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、クリフエッジ・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（２０１７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

・地震と津波の重畳事象（地震随伴事象及び津波随伴事象含む）

・その他自然現象に対するリスク評価

なお、号機間相互影響については大飯４号機第 1 回届出時に評価を実施する。

また、地震、津波以外のその他自然現象に対するリスク評価については、必ずしもクリフエッジを求めるような安全裕度評価を行うのではなく、各自然現象の特性に応じた評価手法によりリスク評価を実施する。

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、津波及びその他自然現象とする。地震と津波については、これらの重畳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畳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畳の影響を評価する。

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（ＪＥＡＣ４１１１－２００９）」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　2014 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ＰＲＡ等、これまでに実施したプラント・ウォー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又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、分布のばらつき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

材料特性等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等が起因となる「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。

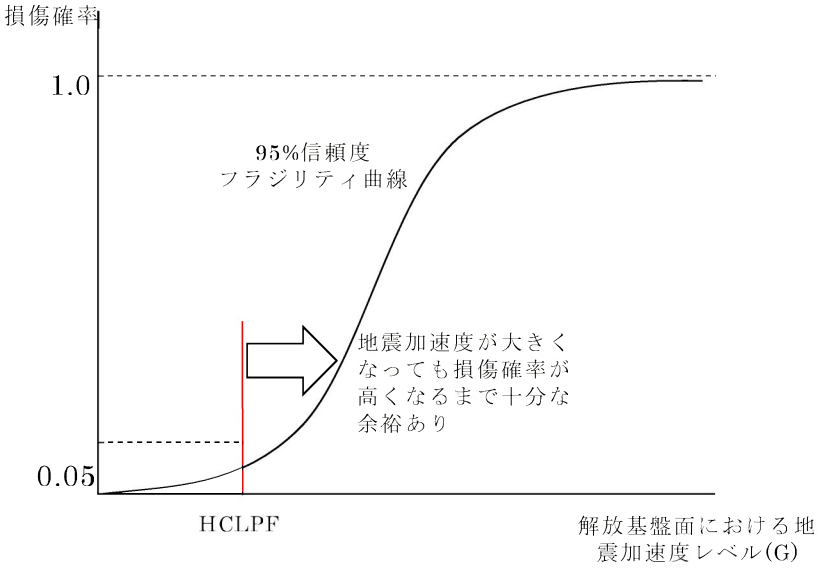
この不確実さ β_{CU} はフラジリティ曲線の信頼度と関連しており、第 3.1.4.1.2.2 図における 95%信頼度フラジリティ曲線と 5%信頼度フラジリティ曲線の値の開き（同一損傷確率における地震加速度レベルの値の差）は、β_{CU} が大きくなるほど大きくなる。評価においてより高い信頼度を必要とするほど、フラジリティ曲線は図の左側（地震加速度が小さい側）に移動し、不確実さβ_{CU}の影響を考慮しない場合（50%信頼度のフラジリティ曲線に相当）に比べ、より小さい加速度で高い損傷確率を示すようになる。

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、引張り強さ等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。

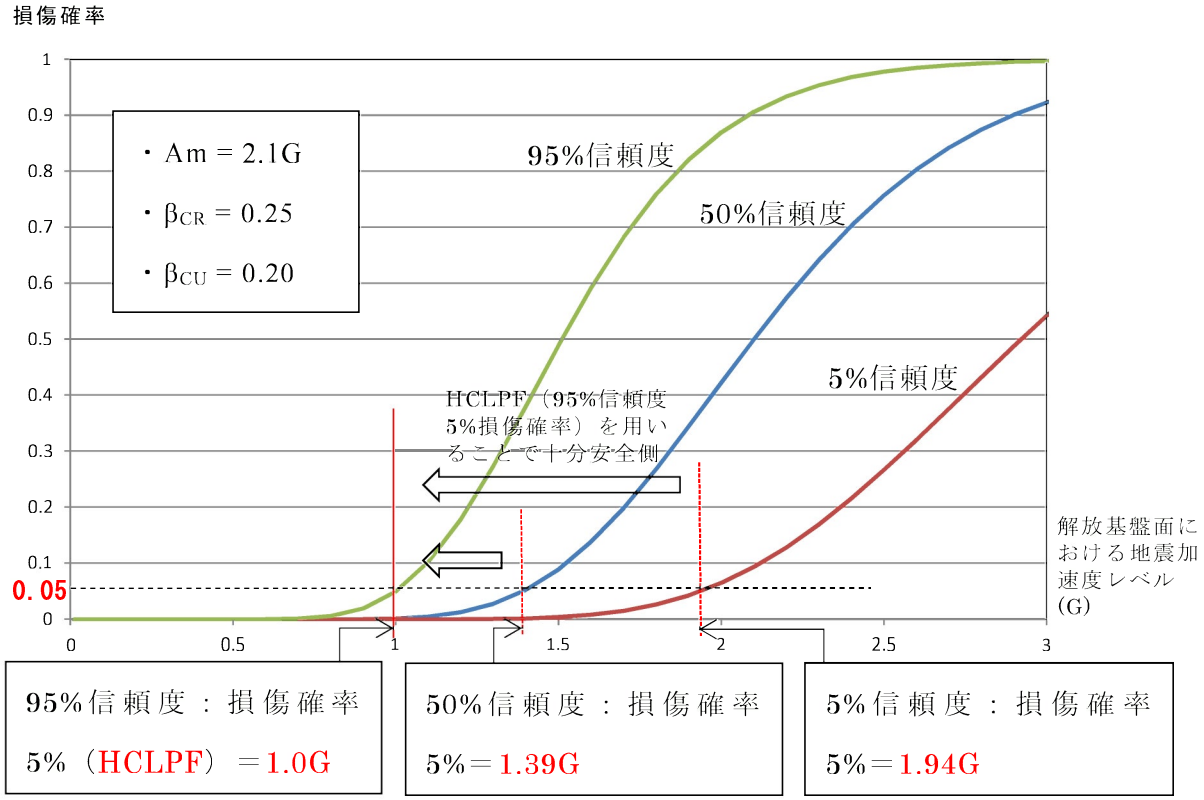
したがって、ＨＣＬＰＦを指標とすることで、信頼性に関する評価が含まれることとなり、運用ガイドの「偶然的不確実さ及び認識論的不確実さ」を考慮していることとなる。

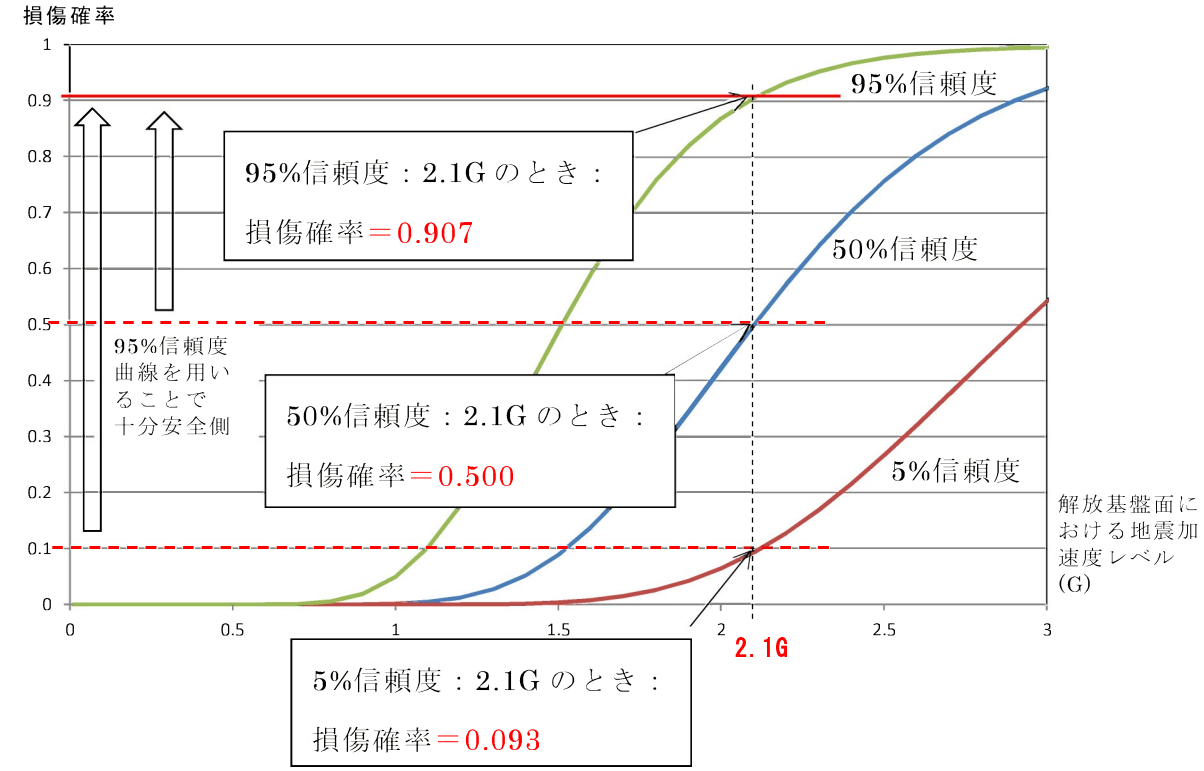
なお、今回の評価においてはクリフエッジ・エフェクト地震加速度を解放基盤面における加速度レベル(G)で記載しているが、上記のとおりＨＣＬＰＦの定義を踏まえれば、第 3.1.4.1.2.1 図に示すとおり、ＨＣＬＰＦに相当する地震加速度が生じても、損傷確率が高くなる地震加速度までは十分な余裕があることから、必ずクリフエッジ・エフェクトが発生することを意味するものではない。

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





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、β_{CR}＝0.25、β_{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

$$\beta c_R=\sqrt{(\beta_{R-s})^2+(\beta_{R-r})^2}$$

$$\beta c_U=\sqrt{(\beta_{U-s})^2+(\beta_{U-r})^2}$$

$\beta_{R\text{-}s}$：現実的耐力の偶然的不確実さ

$\beta_{R\text{-}r}$：現実的応答の偶然的不確実さ

$\beta_{U\text{-}s}$：現実的耐力の認識論的不確実さ

$\beta_{U\text{-}r}$：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ＰＲＡ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ＰＲＡ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.＋11.4m）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。

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又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

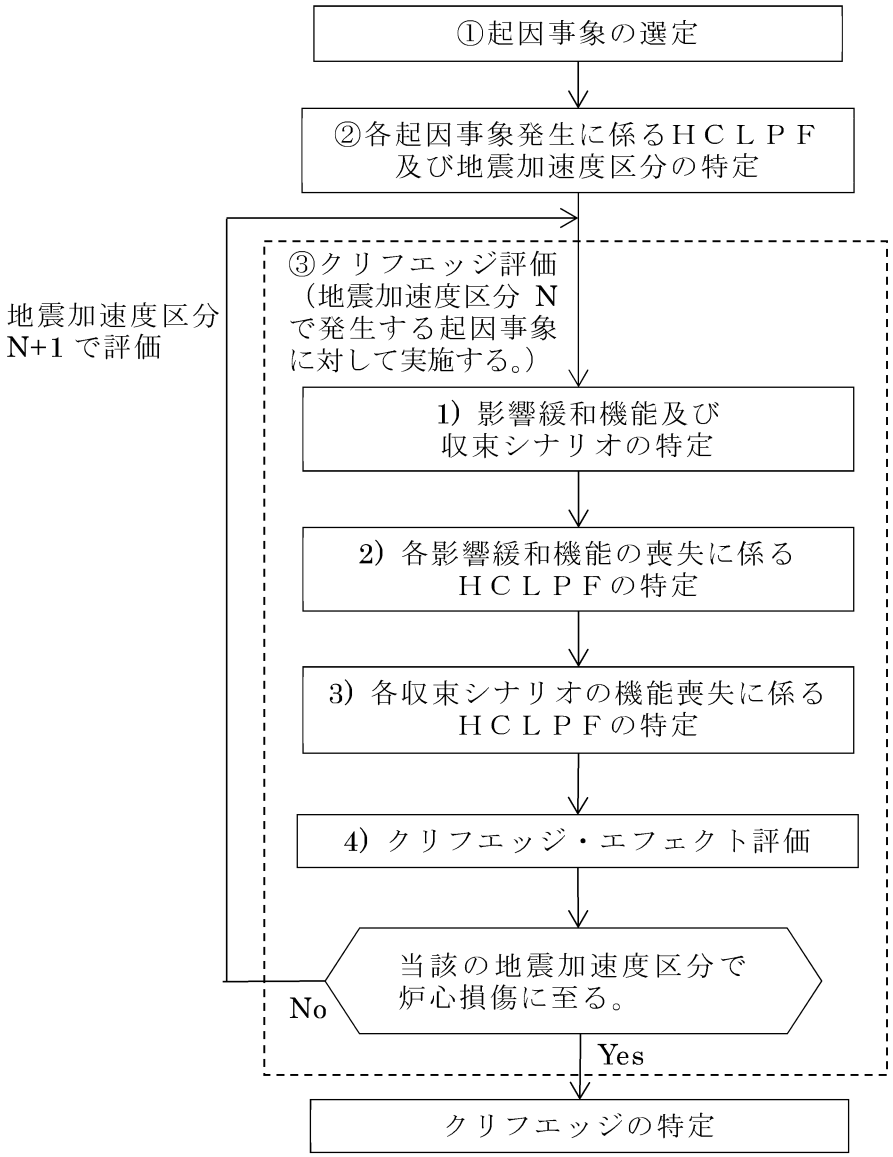
(1) 地震単独の評価

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　クリフエ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）」に示すレベル１地震ＰＲＡの検討結果を踏まえて、以下の 11 事象を選定した。

・主給水流量喪失
・外部電源喪失
・原子炉補機冷却水系の全喪失
・主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）
・主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）
・主給水管破断
・大破断ＬＯＣＡ
・中破断ＬＯＣＡ
・小破断ＬＯＣＡ
・炉心損傷直結
・ＣＶ機能喪失直結

なお、ここで地震ＰＲＡと一部取扱いが異なる起因事象について、安全裕度評価においてはクリフエッジシナリオ及びクリフエッジ地震加速度を特定する目的から、評価を合理的に行うために起因事象をグループ化した。

具体的には、「炉心損傷直結」事象はレベル１地震ＰＲＡにおける「Ｅｘｃｅｓｓ　ＬＯＣＡ」に該当し、「ＣＶ機能喪失直結」事象はレベル１地震ＰＲＡにおける「蒸気発生器伝熱管破損（複数本破損）」、「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は同表のとおり決まる。

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	1.07G 未満	主給水流量喪失	－	－
		外部電源喪失	－	－
区分２	1.07～1.26G 未満	主給水管破断	原子炉建屋（主蒸気管室）	1.07G
		主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）	原子炉建屋（主蒸気管室）	1.07G
		主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）	原子炉建屋（主蒸気管室）	1.07G
区分３	1.26～1.31G 未満	ＣＶ機能喪失直結	原子炉建屋（インナーコンクリート）	1.26G
		大破断ＬＯＣＡ	制御棒駆動装置（耐圧部）	1.26G
区分４	1.31～1.33G 未満	原子炉補機冷却水系の全喪失	海水ポンプ（電動機軸受下部）	1.31G
区分５	1.33～1.45G 未満	炉心損傷直結	原子炉容器（出口管台）	1.33G
区分６	1.45～1.64G 未満	小破断ＬＯＣＡ	加圧器（安全弁及び逃がし弁用管台）	1.45G
区分７	1.64G 以上	中破断ＬＯＣＡ	再生熱交換器（取付ボルト）	1.64G

③ クリフエッジ評価結果

イ）地震加速度区分１（1.07G 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ＰＲＡのイベントツリーを踏まえて、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、地震加速度区分１においては、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」と「外部電源喪失」は、「外部電源喪失」にまとめて評価することとした。

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)-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ＨＣＬＰＦ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ＨＣＬＰＦ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

「外部電源喪失」等の起因事象が発生し、その収束シナリオは①～⑥の 6 種類となる。そして、地震加速度 1.07G 以上で収束シナリオ①、⑤、⑥の機能が喪失し、1.26G 以上で収束シナリオ②～④の機能が喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.1(1)-13 参照）

ここで、収束シナリオ①～⑥の機能喪失に係るＨＣＬＰＦが全て 1.07G 以上であることから、全ての収束シナリオが有効に機能し、地震加速度区分１（1.07G 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（1.07～1.26G 未満）に対して評価を実施した。

なお、各収束シナリオにおけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、補助給水系による給水と主蒸気逃がし弁開放による大気への熱放出及び余熱除去系による海水への熱放出により崩壊熱を除去する収束シナリオである。当該収束シナリオは、補助給水による蒸気発生器への給水（電動又はタービン動）機能等のＨＣＬＰＦが 1.07G であることから、1.07G 以上の地震加速度で機能喪失する。

収束シナリオ②～④は、収束シナリオ①の種々の機能喪失に対処する収束シナリオであり、１次冷却材系統のフィードアンドブリードにより崩壊熱を除去する収束シナリオである。当該収束シナリオは、高圧注入による炉心への注水機能等のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度で機能喪失する。

収束シナリオ⑤は、非常用ディーゼル発電機からの給電にも失敗する全交流電源喪失に対処する収束シナリオである。当該収束シナリオは、空冷式非常用発電機から給電し、タービン動補助給水ポンプによる２次系への給水と主蒸気逃がし弁の開放による大気への熱放出により、崩壊熱を除去する。冷却水の水源となる復水ピットは、枯渇する前に送水車から海水補給する。当該収束シナリオは、補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）機能等のＨＣＬＰＦが 1.07G であることから、1.07G 以上の地震加速度で機能喪失する。

収束シナリオ⑥は、全交流電源喪失に加え、ＲＣ

Ｐシール ＬＯＣＡが発生し、１次冷却材が流出する事象に対処する収束シナリオである。当該収束シナリオは、空冷式非常用発電機から給電し、タービン動補助給水ポンプによる２次系への給水と主蒸気逃がし弁の開放による大気への熱放出により、崩壊熱を除去する。冷却水の水源となる復水ピットは、枯渇する前に送水車から海水を補給する。損傷したＲＣＰシールから流出した１次冷却材は、蓄圧注入と恒設代替低圧注水ポンプを使用して補給する。大容量ポンプによる補機冷却機能回復後に、高圧注入系による再循環炉心冷却及び格納容器内自然対流冷却により、海水を最終ヒートシンクとする長期的な崩壊熱除去が可能となる。当該収束シナリオは、補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）機能等のＨＣＬＰＦが 1.07G であることから、1.07G 以上の地震加速度で機能喪失する。

ロ）地震加速度区分２（1.07～1.26G 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「主給水管破断」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）」、及び「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）」について、別紙 3.1.4.2.1(1)-4 のとおり、レベル１地震ＰＲＡのイベントツリーを踏まえて、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。なお、「主給水管破断」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）」のイベントツリーは、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）」と同様又は包含できるので、主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）」にまとめて以下のとおり評価した。

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

「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流)」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

地震加速度 1.07G 以上で、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流)」等の起因事象が新たに発生し、その収束シナリオは②～④の 3 種類となる。そして、地震加速度 1.26G 以上で収束シナリオ②～④の機能が喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.1(1)-13 参照）

評価の結果、「外部電源喪失」に加えて「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流)」が発生する地震加速度区分２（1.07～1.26G 未満）の地震においては、上記起因事象の収束シナリオ②～④に係るＨＣＬＰＦが、1.26G 以上であることから、収束シナリオが存在し、炉心損傷に至ることはない。

よって、次の地震加速度区分３（1.26～1.31G 未満）に対して評価を実施した。

なお、各収束シナリオにおけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、主蒸気隔離機能等のＨＣＬＰ

Ｆが 1.07G であることから、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）」等の起因事象発生と同時に機能喪失することとなり、地震加速度区分２においては収束シナリオ①には至らない。よって、機能する収束シナリオは②～④のみとなる。

収束シナリオ②～④は、収束シナリオ①の種々の機能喪失に対処する収束シナリオであり、１次冷却材系統のフィードアンドブリードにより崩壊熱を除去する収束シナリオである。当該収束シナリオは、高圧注入による炉心への注水機能等のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度で機能喪失する。

ハ）地震加速度区分３（1.26～1.31G 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起因事象は、「ＣＶ機能喪失直結」及び「大破断ＬＯＣＡ」である。これらのうち、「ＣＶ機能喪失直結」は、原子炉建屋が損傷することにより、事象緩和に期待できず直接炉心損傷及び格納容器損傷に至るシーケンスであるため、影響緩和機能及び収束シナリオの特定は不要である。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦの特定

1)項に記載したとおり、事象緩和に期待できないことから、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)項に記載した通り、事象緩和に期待できないことから、収束シナリオはない。

4) クリフエッジ･エフェクト評価

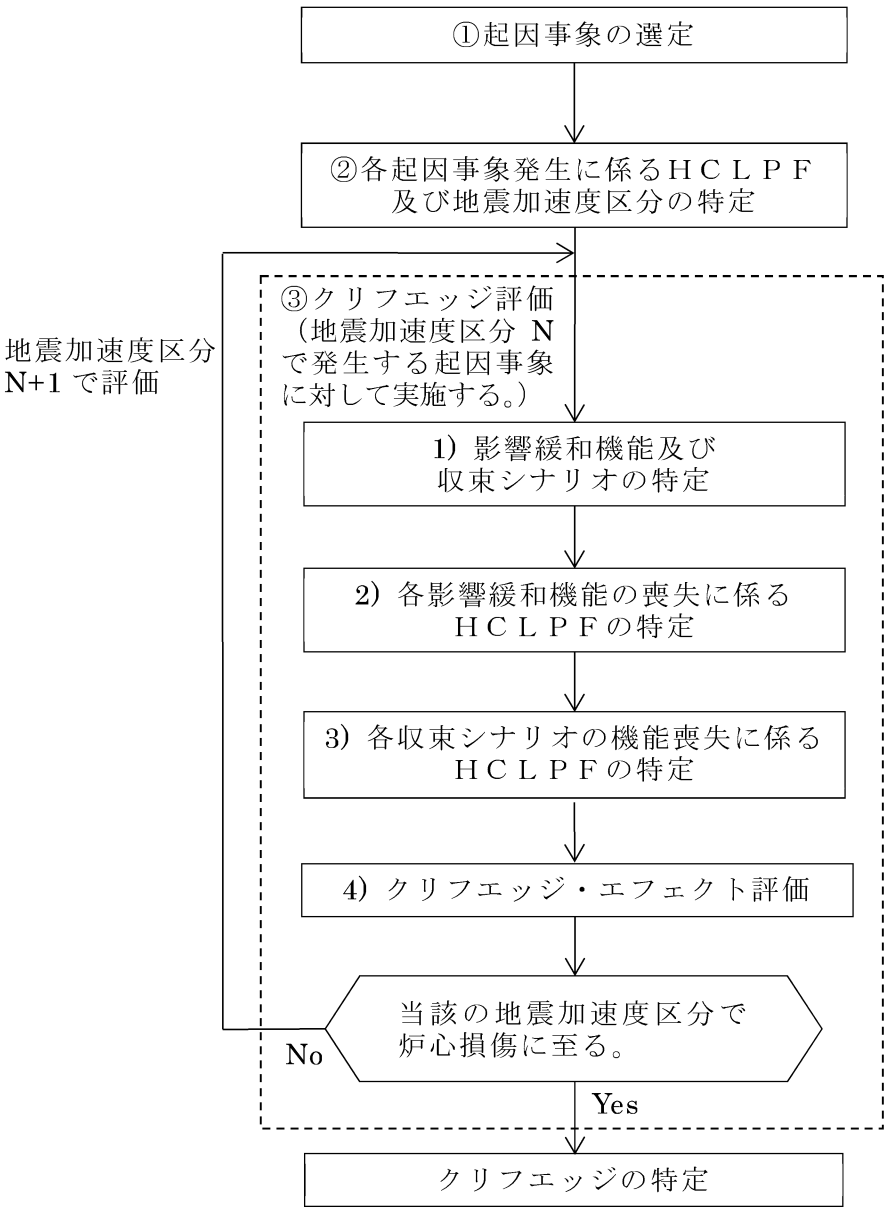
1.26G 以上の地震により「ＣＶ機能喪失直結」及び「大破断ＬＯＣＡ」の起因事象が新たに発生する。ここで、「ＣＶ機能喪失直結」は、原子炉建屋が損傷し事象緩和に期待できないことから、直接炉心損傷に至ると評価される。（別紙 3.1.4.2.1(1)-13 参照）

よって、出力運転時の地震に係るクリフエッジは 1.26G となる。この値は原子炉建屋（インナーコンクリート）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) 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又は設計応答値及び設計耐力値の使用方法」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。

(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　クリフエ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、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、「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
・Ｅｘｃｅｓｓ　ＬＯＣＡ
・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失
・原子炉補機冷却水系の全喪失
・外部電源喪失

b) 停止時内的事象ＰＲＡにおける起因事象に対する検討

停止時内的事象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 3.1.4.2.1.3 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
・原子炉補機冷却水系の全喪失
・外部電源喪失
・余熱除去機能喪失

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し、停止時地震安全裕度評価固有の起因事象として原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（格納容器バイパス）を加え、以下の 8 事象を選定した。

・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失
・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（格納容器バイパス）
・水位維持失敗
・余熱除去機能喪失

・原子炉補機冷却水系の全喪失
・外部電源喪失
・炉心損傷直結
・ＣＶ機能喪失直結

なお、ここで「炉心損傷直結」事象は「Ｅｘｃｅｓｓ　ＬＯＣＡ」、「ＣＶ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ＰＲＡにおける起因事象に対する検討

レベル１地震ＰＲＡ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	○	―
Ｅｘｃｅｓｓ　ＬＯＣＡ	○	―
大破断ＬＯＣＡ	○	「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ＬＯＣＡ	○	
小破断ＬＯＣＡ	○	
主給水管破断	×	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。
主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）	×	
主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）	×	
原子炉補機冷却水系の全喪失	○	―
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。
制御建屋損傷	×	地震で必ず発生する外部電源の緩和機能又はサポート系としてモデル化するため、想定不要とする。
１次系流路閉塞による２次系除熱機能喪失	×	
燃料集合体及び制御棒クラスタ損傷による原子炉停止機能喪失	×	
ＡＴＷＳ	×	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ＰＲＡにおける起因事象に対する検討

停止時内的事象ＰＲＡ 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
加圧器逃がし弁／安全弁ＬＯＣＡ	×	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。
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。
制御用空気系の部分喪失	×	地震で必ず発生する外部電源の緩和機能又はサポート系としてモデル化するため、想定不要とする。
制御用空気系の全喪失	×	
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	○	―
原子炉補機冷却水系の部分喪失（Ａ又はＢヘッダ）	×	地震では部分喪失は想定せず、全喪失事象を想定する。
原子炉補機冷却水系の部分喪失（Ｃヘッダ）	×	
原子炉補機冷却水系の全喪失	○	―
外部電源喪失	○	―
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	×	地震では部分喪失は想定せず、全喪失事象を想定する。
原子炉補機冷却海水系の全喪失	×	原子炉補機冷却水系の全喪失で代表する。
安全系高圧交流母線の部分喪失	×	地震で必ず発生する外部電源の緩和機能又はサポート系としてモデル化するため、想定不要とする。
安全系高圧交流母線の全喪失	×	
安全系低圧交流母線の部分喪失	×	
安全系低圧交流母線の全喪失	×	
安全系直流母線の部分喪失	×	
安全系直流母線の全喪失	×	
反応度の誤投入	×	地震を起因とする弁の誤動作は、想定できないことから、想定不要とする。

○：要、×：否

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ＨＣＬＰＦ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１～８は同表のとおり決まる。

第 3.1.4.2.1.4 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	1.26G 未満	外部電源喪失	－	－
区分２	1.26～1.31G	ＣＶ機能喪失直結	原子炉建屋 （インナーコンクリート）	1.26G
区分３	1.31～1.33G	原子炉補機冷却水系の全喪失	海水ポンプ （電動機軸受下部）	1.31G
区分４	1.33～1.54G	炉心損傷直結	原子炉容器 （出口管台）	1.33G
区分５	1.54～1.59G	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	原子炉容器 （空気抜管台）	1.54G
区分６	1.59～1.89G	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（格納容器バイパス）	非再生冷却器 （胴板）	1.59G
区分７	1.89～2.47G	余熱除去機能喪失	余熱除去系配管 （配管本体）	1.89G
			高圧注入系配管 （低温側注入配管本体）	1.89G
区分８	2.47G 以上	水位維持失敗	充てんポンプ 現場操作箱 （－）	2.47G

③ クリフエッジ評価結果

イ）地震加速度区分１（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)-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ＨＣＬＰＦの特定

「外部電源喪失」の収束シナリオ①～⑪の機能喪失に係るＨＣＬＰＦ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

「外部電源喪失」の起因事象が発生し、その収束シナリオは①～⑪の 11 種類となる。そして、地震加速度 1.25G 以上で収束シナリオ⑩、⑪が機能喪失し、地震加速度 1.26G 以上で収束シナリオ①～⑨が機能喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.1(1)-13 参照）

その結果、収束シナリオ①～⑨は、機能喪失に係るＨＣＬＰＦが 1.26G 以上であることから、地震加速度区分１（1.26G 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（1.26～1.31G 未満）に対して評価を実施した。

なお、各収束シナリオにおけるクリフエッジ・エ

フェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、非常用ディーゼル発電機から受電した余熱除去系により崩壊熱を海水へ放出する。当該収束シナリオは、余熱除去系による冷却機能等のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度により機能喪失する。

収束シナリオ②は、非常用ディーゼル発電機から受電した充てん注入による炉心への注入の後、高圧注入による再循環炉心冷却及び格納容器スプレイによる代替再循環炉心冷却により、崩壊熱を海水へ放出する。当該収束シナリオは、充てん系による炉心への注水機能等のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度により機能喪失する。

収束シナリオ③は、②のシナリオのうち格納容器スプレイによる代替再循環炉心冷却に失敗した場合に、格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却により、格納容器再循環サンプの保有水を冷却し、崩壊熱を海水へ放出する。当該収束シナリオは、充てん系による炉心への注水機能等のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度により機能喪失する。

収束シナリオ④は、③のシナリオのうち格納容器スプレイ系統による格納容器内の保有水の冷却に失敗した場合に、格納容器内自然対流冷却により、間接的に格納容器内の保有水を冷却し、崩壊熱を海水へ放出する。当該収束シナリオは、充てん系による炉心への注水機能等のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度により機能喪失する。

収束シナリオ⑤は、非常用ディーゼル発電機から

受電した充てん注入による炉心への注入の後、格納容器スプレイによる代替再循環炉心冷却により、崩壊熱を海水へ放出する。当該収束シナリオは、充てん系による炉心への注水機能等のＨＣＬＰＦが1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度により機能喪失する。

収束シナリオ⑥～⑨は、②～⑤の収束シナリオのうち充てん注入による炉心への注水が失敗し、当該機能を高圧注入による炉心への注水で代替した収束シナリオである。当該収束シナリオは、高圧注入による炉心への注水機能等のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度により機能喪失する。

収束シナリオ⑩は、恒設代替低圧注水ポンプを使用し、炉心へ注水した後に、格納容器スプレイによる代替再循環により、崩壊熱を海水へ放出するシナリオである。当該収束シナリオは、恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水機能のＨＣＬＰＦが1.25G であることから、1.25G 以上の地震加速度により機能喪失する。

収束シナリオ⑪は、非常用ディーゼル発電機による給電に失敗した後に、電源は空冷式非常用発電機により給電して、恒設代替低圧注水ポンプを使用して炉心へ注水する。その後、大容量ポンプにより補機冷却機能を有効とし、高圧注入による再循環炉心冷却及び格納容器自然対流冷却により、崩壊熱を海水へ放出するシナリオである。当該収束シナリオは、空冷式非常用発電装置からの給電機能等のＨＣＬＰＦが 1.25G であることから、1.25G 以上の地震加速度により機能喪失する。

ロ）地震加速度区分２（1.26～1.31G 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は、「ＣＶ機能喪失直結」である。「ＣＶ機能喪失直結」は、原子炉建屋損傷により事象緩和に期待できず直接炉心損傷及び格納容器損傷に至るシーケンスであることから、収束シナリオは存在しない。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦの特定

1)項に記載したとおり、事象緩和に期待できないことから、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)項に記載したとおり、事象緩和に期待できないことから、影響緩和機能はない。

4) クリフエッジ･エフェクト評価

1.26G 以上の地震により「ＣＶ機能喪失直結」の起因事象が新たに発生する。ここで、「ＣＶ機能喪失直結」は、原子炉建屋が損傷し事象緩和に期待できないことから、直接炉心損傷に至ると評価される。（別紙 3.1.4.2.1(1)-13 参照）

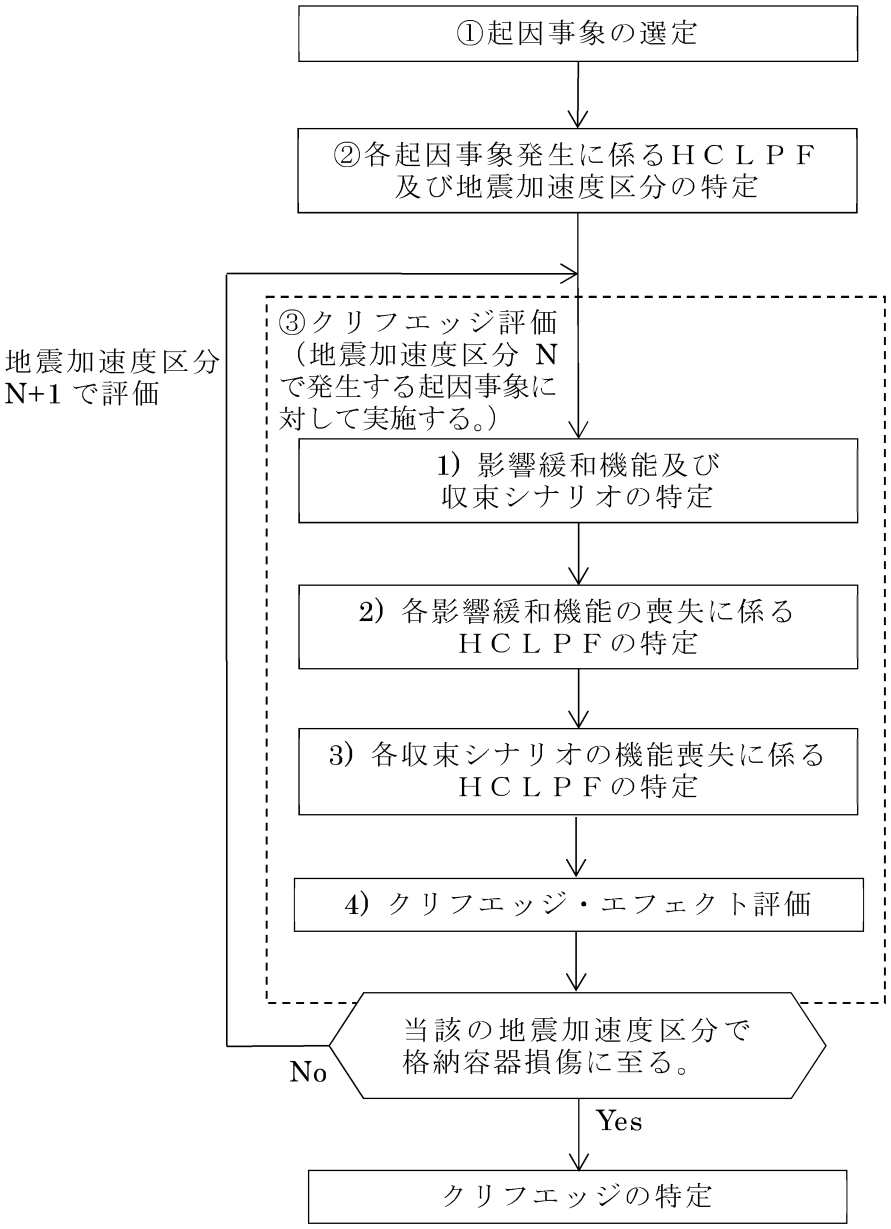
よって、出力運転時の地震に係るクリフエッジは 1.26G となる。この値は原子炉建屋（インナーコンクリート）に対する 95%信頼度のフラジリティ曲線における 5%損傷確率に相当する地震加速度であり、「3.1.4.1.2(2) 建物・構築物、機器等の安全裕度評価における実応答値及び実耐力値又は設計応答値及び設計耐力値の使用方法」で述べたように、1.26G の地震加速度が生じたとしても、必ずクリフエッジ

が発生することを意味するものではない。

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　クリフエ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（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。

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２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)ⅱ① 起因事象の選定結果」と同様に、以下の 11 事象を選定した。

・主給水流量喪失
・外部電源喪失
・原子炉補機冷却水系の全喪失
・主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）
・主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）

・主給水管破断
・大破断ＬＯＣＡ
・中破断ＬＯＣＡ
・小破断ＬＯＣＡ
・炉心損傷直結
・ＣＶ機能喪失直結

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

「3.1.4.2.1(1)a.(a)ⅱ② 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」より、各起因事象を引き起こす設備等とそのＨＣＬＰＦを第 3.1.4.2.1.5 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は同表のとおり決まる。

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ＨＣＬＰＦ	
区分１	1.07G 未満	主給水流量喪失	－	－
		外部電源喪失	－	－
区分２	1.07～1.26G 未満	主給水管破断	原子炉建屋（主蒸気管室）	1.07G
		主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）	原子炉建屋（主蒸気管室）	1.07G
		主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）	原子炉建屋（主蒸気管室）	1.07G
区分３	1.26～1.31G 未満	ＣＶ機能喪失直結	原子炉建屋（インナーコンクリート）	1.26G
		大破断ＬＯＣＡ	制御棒駆動装置（耐圧部）	1.26G
区分４	1.31～1.33G 未満	原子炉補機冷却水系の全喪失	海水ポンプ（電動機軸受下部）	1.31G
区分５	1.33～1.45G 未満	炉心損傷直結	原子炉容器（出口管台）	1.33G
区分６	1.45～1.64G 未満	小破断ＬＯＣＡ	加圧器（安全弁及び逃がし弁用管台）	1.45G
区分７	1.64G 以上	中破断ＬＯＣＡ	再生熱交換器（取付ボルト）	1.64G

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)ⅱ③クリフエッジ評価結果」の結果より、区分１及び区分２では炉心損傷に至らないことから、区分３より評価を実施した。

イ）地震加速度区分３（1.26～1.31G 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で発生する起因事象は、「主給水流量喪失」、「外部電源喪失」、「主給水管破断」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）」、「ＣＶ機能喪失直結」、及び「大破断Ｌ

ＯＣＡ」である。

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が収束シナリオ（格納容器健全）とする。

ここで、当該地震加速度区分で発生する「ＣＶ機能喪失直結」は、原子炉建屋が損傷することにより、事象緩和に期待できず直接炉心損傷及び格納容器損傷に至るシーケンスであるため、影響緩和機能及び収束シナリオの特定は不要である。

2) 各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦの特定

1)項に記載したとおり、直接格納容器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)項に記載した通り、直接格納容器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

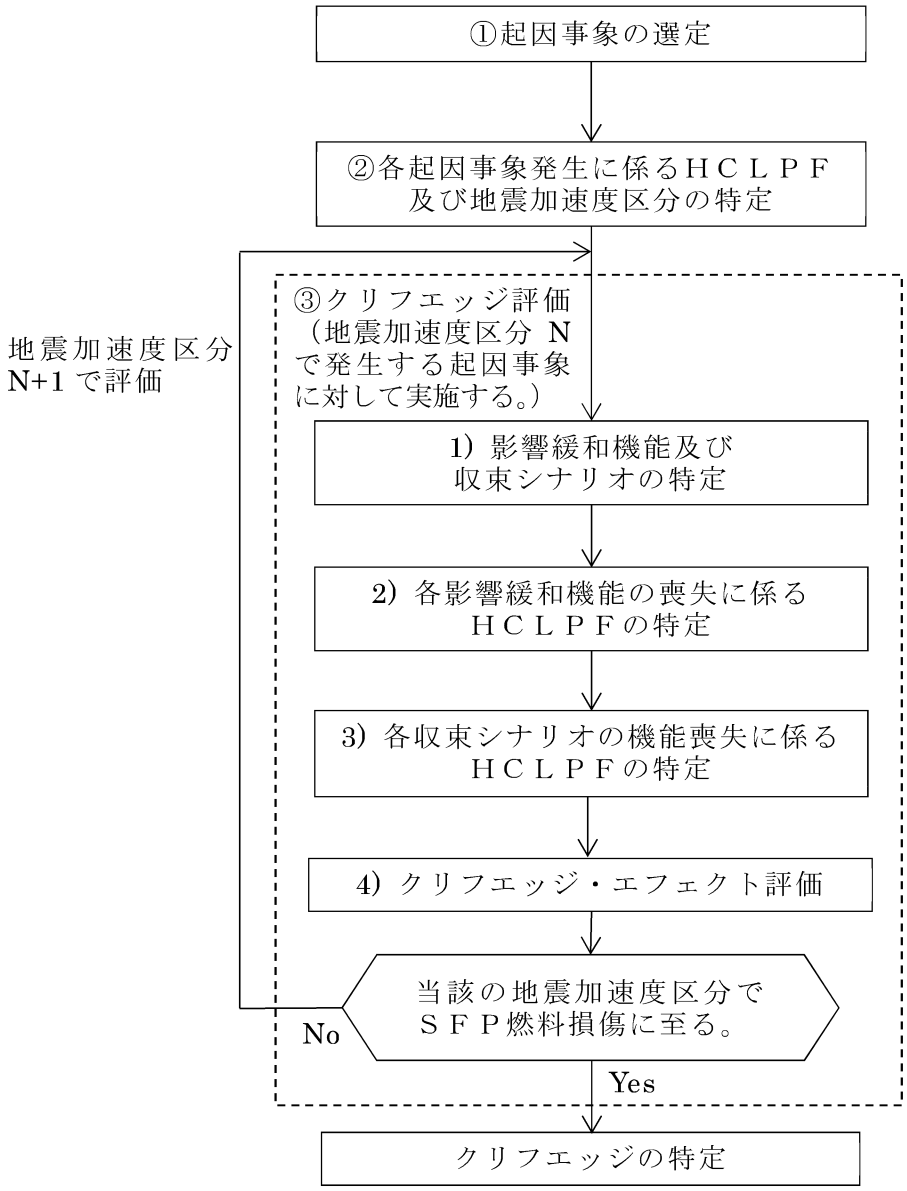
1.26G 以上の地震加速度により「ＣＶ機能喪失直結」が発生し、事象緩和に期待できず直接格納容器機能喪失に至ると評価されることから、これをクリフエッジとして特定した。（別紙 3.1.4.2.1(1)-13 参照）

この値は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) 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又は設計応答値及び設計耐力値の使用方法」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」という。）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　クリフエ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

・原子炉補機冷却水系の全喪失

・ＳＦＰ燃料損傷直結

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ＨＣＬＰＦ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は同表のとおり決まる。

第3.1.4.2.1.6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	1.26G未満	外部電源喪失	－	－
区分２	1.26～1.31G未満	ＳＦＰ燃料損傷直結	使用済燃料ピット	1.26G
区分３	1.31～1.36G未満	原子炉補機冷却水系の全喪失	海水ポンプ（電動機軸受下部）	1.31G
区分４	1.36G以上	ＳＦＰ冷却機能喪失	使用済燃料ピットゲート（受圧板部）	1.36G

③ クリフエッジ評価結果

イ）地震加速度区分１（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)-10 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、ＳＦＰ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（ＳＦＰ燃料損傷）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)-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

「外部電源喪失」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)-12 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①～③の 3 種類となる。そして、地震加速度 1.26G 以上で収束シナリオ①～③の機能が喪失することで、全ての収束シナリオが喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.1(1)-13 参照）

上記評価の結果、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 1.26G 以上であることから、地震加速度区分１（1.26G 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（1.26～1.31G 未満）に対して評価を実施した。

なお、各収束シナリオにおけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、非常用ディーゼル発電機から給電されたＳＦＰ冷却系により崩壊熱を除去するシナリオである。当該収束シナリオは、ＳＦＰ冷却系による冷却機能のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度で機能喪失する。

収束シナリオ②は、非常用ディーゼル発電機から給電された燃料取替用水ポンプにより、燃料取替用水ピ

ットの水を注水し、崩壊熱を除去するシナリオである。当該収束シナリオは、燃料取替用水ポンプによる注水機能のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度で機能喪失する。

収束シナリオ③は、送水車を使用して海水を給水し、崩壊熱を除去するシナリオである。当該収束シナリオは、送水車によるＳＦＰ注水（海水）機能のＨＣＬＰＦが 1.26G であることから、1.26G 以上の地震加速度で機能喪失する。

ロ）地震加速度区分２（1.26～1.31G 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燃料損傷直結」については、影響緩和機能に期待できず、直接ＳＦＰ燃料の重大な損傷に至ることから、収束シナリオはない。

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

1.26G 以上で使用済燃料ピットが損傷することで、「ＳＦＰ燃料損傷直結」の起因事象が発生するが、1)項のとおり、ＳＦＰの保有水の喪失により、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燃料損傷直結」のＨＣＬＰＦである 1.26G でＳＦＰ燃料損傷に至ると評価される。（別紙 3.1.4.2.1(1)-13 参照）

すなわち、当該の地震加速度区分２（1.26G～1.31G）でＳＦＰ燃料損傷に至ると評価されることから、これをクリフエッジとして特定した。この値は使用済燃料ピットに対する 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) 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又は設計応答値及び設計耐力値の使用方法」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。

(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。

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ＨＣＬＰＦ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合せ

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。

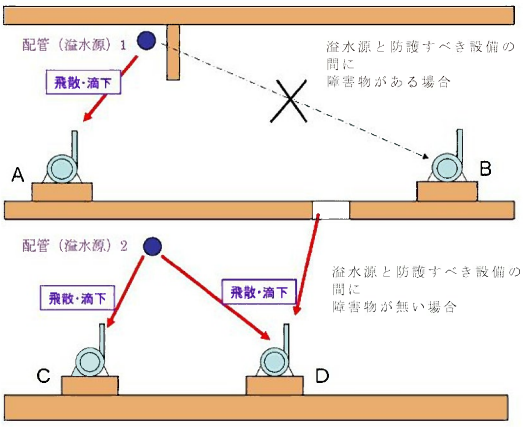
・評価対象区画に流体を内包する設備が設置されておらず、かつ、天井面に開口部又は貫通部が存在する場合は、当該開口部及び貫通部に密封処理等の流出防止対策がなされていること。

・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。

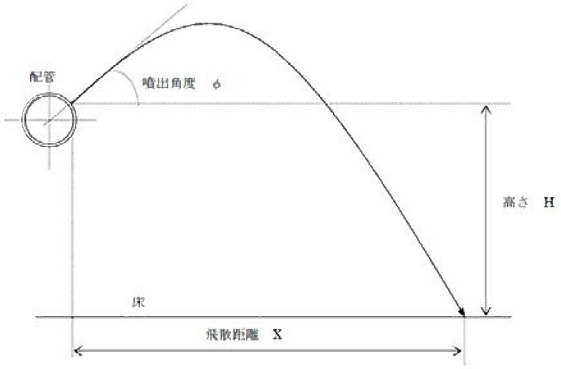
・上記を満足しない場合は、防護すべき設備が防滴仕様であること。

（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。



直線軌道による被水影響
開口部からの被水影響



（放物線軌道による被水影響）

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。

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ＨＣＬＰＦ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。

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」、「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、格納容器損傷防止に関する設備については、地震加速度 1.26G で炉心損傷が発生するとともに格納容器損傷にも至ることから、防護すべき設備はな

い。

また、使用済燃料ピットの燃料損傷防止に関する設備については、屋外設備だけで収束可能であるシナリオ（送水車による SFP 注水（海水）のみに期待するシナリオ）をクリフエッジシナリオの代表として評価することから、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	原子炉周辺建屋	39.0	3AM 用原子炉補機冷却水サージタンク圧力伝送器（3PT-1203）	1.03
②	原子炉周辺建屋	17.1	3A よう素除去薬品注入ライン第 2 止め弁（3V-CP-056A）	0.55
③	原子炉周辺建屋	17.1	3A 制御用空気格納容器隔離弁（3V-IA-508A）	0.89
④	原子炉周辺建屋	10.0	3A 格納容器スプレイ冷却器冷却水止め弁（3V-CC-178A）	0.88
⑤	原子炉周辺建屋	10.0	3B 格納容器スプレイ冷却器冷却水止め弁（3V-CC-178B）	0.88
⑥	原子炉周辺建屋	3.5	3A 格納容器スプレイポンプ	0.81
⑦	原子炉周辺建屋	3.5	3B 格納容器スプレイポンプ	0.81

※1：各溢水防護区画において、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原子炉周辺建屋とした。原子炉周辺建屋（E.L.+33.6m）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3.1.4.2.1.9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3.1.4.2.1.10表に示す。

なお、クリフエッジ地震加速度は、第3.1.4.2.1.11表のとおり炉心損傷防止（出力運転時）のクリフエッジ地震加速度である1.26Gを用いた。

第3.1.4.2.1.8表　設定した各建屋の溢水量

溢水量(m^3)	
原子炉周辺建屋	制御建屋
124.4	0

第 3.1.4.2.1.9 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.33.21m (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（クリフエッジ地震加速度 1.26G）による原子炉周辺建屋 E.L.+33.6m 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。

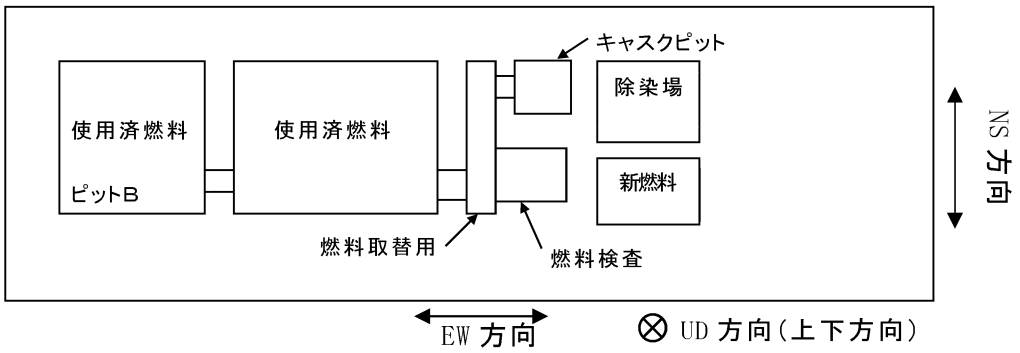
第 3.1.4.2.1.10 表　使用済燃料ピットスロッシングによる最大溢水量

クリフエッジ地震動　EW方向、UD方向	43.6m^3
クリフエッジ地震動　NS方向、UD方向	75.9m^3

第 3.1.4.2.1.11 表　地震時の安全裕度評価結果（クリフエッジ地震加速度）

シナリオ	各シナリオの クリフエッジ地震加速度
炉心損傷防止（出力運転時）	1.26G
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 3.1.4.2.1.12 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－４に記載する。

第 3.1.4.2.1.7 図　溢水防護区画の一例（E.L.+3.5m）

参考資料－４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⑥）

第 3.1.4.2.1.12 表　防護すべき設備の機能喪失高さ一覧（溢水防護区画⑥）

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
3A 格納容器スプレイポンプ	0.81	○
3A 格納容器スプレイポンプ 現場操作箱（3LB-18）	1.23	

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 3.1.4.2.1.13 表に示す。

第 3.1.4.2.1.13 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	原子炉周辺建屋	39.0	3AM 用原子炉補機冷却水サージタンク圧力伝送器(3PT-1203)	0.01	1.03	○
②	原子炉周辺建屋	17.1	3A よう素除去薬品注入ライン第 2 止め弁 (3V-CP-056A)	0.14	0.55	○
③	原子炉周辺建屋	17.1	3A 制御用空気格納容器隔離弁 (3V-IA-508A)	0.14	0.89	○
④	原子炉周辺建屋	10.0	3A 格納容器スプレイ冷却器冷却水止め弁 (3V-CC-178A)	0.47	0.88	○
⑤	原子炉周辺建屋	10.0	3B 格納容器スプレイ冷却器冷却水止め弁 (3V-CC-178B)	0.45	0.88	○
⑥	原子炉周辺建屋	3.5	3A 格納容器スプレイポンプ	0.68	0.81	○
⑦	原子炉周辺建屋	3.5	3B 格納容器スプレイポンプ	0.54	0.81	○

※1：各溢水防護区画において、機能喪失高さが最も低い設備を示す。

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⑥における機器の評価結果を第 3.1.4.2.1.14 表に示す。

第 3.1.4.2.1.14 表　被水影響評価結果の一例（溢水防護区画⑥）

防護すべき設備	評　価	判定
3A 格納容器スプレイポンプ	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	○
3A 格納容器スプレイポンプ現場操作箱(3LB-18)	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ＨＣＬＰＦを確認した結果、ＨＣＬＰＦが最も小さい設備である 3 計算機室給気加熱コイルの値が 1.28G 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

3.1.4.2.1.15 表に示す。なお、格納容器損傷防止に関する設備については、地震加速度 1.26G で炉心損傷が発生するとともに格納容器損傷にも至ることから、防護すべき設備はない。

第 3.1.4.2.1.15 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])
3A 海水ポンプ 3B 海水ポンプ 3C 海水ポンプ	2.5	4.65
送水車 送水車 送水車（３・４号機共用予備）	約 14 約 33 約 62	14.18 33.16 62.19
タンクローリー（３・４号機共用） タンクローリー（３・４号機共用） タンクローリー（３・４号機共用予備）	約 31 約 31 約 14	31.25 31.25 14.25

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 HCLPF 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。

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－４に記載する。

第 3.1.4.2.1.9 図　建屋外における防護すべき設備及び屋外タンクの配置

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3.1.4.2.1.16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送水車、タンクローリー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3.1.4.2.1.16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 ○：経路上でない ×：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 ○：該当する ×：該当しない
3A海水ポンプ 3B海水ポンプ 3C海水ポンプ	○	－
送水車 送水車 送水車（３・４号機共用予備）	○ ○ ○	－ － －
タンクローリー（３・４号機共用） タンクローリー（３・４号機共用） タンクローリー（３・４号機共用予備）	× × ○	○ ○ －

(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し、これらが設置されている溢水防護区画を整理する。

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。なお、クリフエッジ地震加速度は、「3.1.4.2.1 地震」において運転停止時の炉心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 を用いる。

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)1-3) 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。

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し選定した。第 3.1.4.2.1.17 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 3.1.4.2.1.17 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]）
①	原子炉周辺建屋	39.0	3AM 用原子炉補機冷却水サージタンク圧力伝送器（3PT-1203）	1.03
②	原子炉周辺建屋	17.1	3 燃料取替用水ピット水位Ⅰ (3LT-1400) 3 燃料取替用水ピット水位Ⅱ (3LT-1401) 3 燃料取替用水ピット水位Ⅲ (3LT-1402) 3 燃料取替用水ピット水位Ⅳ (3LT-1403)	1.08
③	原子炉周辺建屋	17.1	3A 余熱除去ポンプミニマムフローライン止め弁(3FCV-601) 3B 余熱除去ポンプミニマムフローライン止め弁(3FCV-611)	0.86
④	原子炉周辺建屋	10.0	3A 格納容器スプレイ冷却器冷却水止め弁(3V-CC-178A)	0.88
⑤	原子炉周辺建屋	10.0	3B 格納容器スプレイ冷却器冷却水止め弁(3V-CC-178B)	0.88
⑧	原子炉周辺建屋	10.0	3A 充てんポンプ	0.64
⑥	原子炉周辺建屋	3.5	3A 格納容器スプレイポンプ	0.81
⑦	原子炉周辺建屋	3.5	3B 余熱除去ポンプ 3B 格納容器スプレイポンプ	0.81

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エッジ地震加速度は出力運転時よりも小さな値となるが、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エッジ地震加速度を 1.26G とした。そのため、各建屋の溢水量（管理区域）が第 3.1.4.2.1.18 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 3.1.4.2.1.19 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 3.1.4.2.1.20 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」に基づき設定する。

第 3.1.4.2.1.18 表　設定した各建屋の溢水量

溢水量(m^3)	
原子炉周辺建屋	制御建屋
124.4	0

第 3.1.4.2.1.19 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.33.21m (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（クリフエッジ地震加速度 1.26G）による原子炉周辺建屋 E.L.+33.6m 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 3.1.4.2.1.20 表　使用済燃料ピットスロッシングによる最大溢水量

クリフエッジ地震動　EW方向、UD方向	43.6m^3
クリフエッジ地震動　NS方向、UD方向	75.9m^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 3.1.4.2.1.21 表に示す。

第 3.1.4.2.1.21 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
①	原子炉周辺建屋	39.0	3AM 用原子炉補機冷却水サージタンク圧力伝送器(3PT-1203)	0.01	1.03	○
②	原子炉周辺建屋	17.1	3 燃料取替用水ピット水位Ⅰ(3LT-1400) 3 燃料取替用水ピット水位Ⅱ(3LT-1401) 3 燃料取替用水ピット水位Ⅲ(3LT-1402) 3 燃料取替用水ピット水位Ⅳ(3LT-1403)	0.14	1.08	○
③	原子炉周辺建屋	17.1	3A 余熱除去ポンプミニマムフローライン止め弁(3FCV-601) 3B 余熱除去ポンプミニマムフローライン止め弁(3FCV-611)	0.13	0.86	○
④	原子炉周辺建屋	10.0	3A 格納容器スプレイ冷却器冷却水止め弁(3V-CC-178A)	0.47	0.88	○
⑤	原子炉周辺建屋	10.0	3B 格納容器スプレイ冷却器冷却水止め弁(3V-CC-178B)	0.45	0.88	○
⑧	原子炉周辺建屋	10.0	3A 充てんポンプ	0.22	0.64	○
⑥	原子炉周辺建屋	3.5	3A 格納容器スプレイポンプ	0.68	0.81	○
⑦	原子炉周辺建屋	3.5	3B 余熱除去ポンプ 3B 格納容器スプレイポンプ	0.54	0.81	○

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⑥における機器の評価結果を第 3.1.4.2.1.22 表に示す。

第 3.1.4.2.1.22 表　被水影響評価結果の一例（溢水防護区画⑥）

防護すべき設備	評　価	判定
3A 格納容器スプレイポンプ	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	○
3A 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	○
3A 格納容器スプレイポンプ現場操作箱(3LB-18)	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	○
3A 余熱除去ポンプ現場操作箱(3LB-14)	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、ＨＣＬＰＦ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 3.1.4.2.1.23 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 3.1.4.2.1.23 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])
3A 海水ポンプ 3B 海水ポンプ 3C 海水ポンプ	2.5	4.65
タンクローリー（３・４号機共用） タンクローリー（３・４号機共用） タンクローリー（３・４号機共用予備）	約 31 約 31 約 14	31.25 31.25 14.25

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ＨＣＬＰＦ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。なお、これらの溢水源は、「(a)②2)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－4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

「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である 1.26G に対して、背後斜面等のすべり及び剥落の影響を確認する。

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。

2) 評価結果

2-1) 屋外設備等に対する評価結果

評価する斜面として防護すべき設備等が存在する斜面のうち、基準地震動で最も最小すべり安全率が低い１，２号機背後斜面を選定した（第 3.1.4.2.1.10 図参照)。１，２号機背後斜面について斜面安定性評価を実施した結果、当該斜面は 1.26G の地震加速度では崩壊しない。

また、その他の防護すべき設備等が存在する斜面については、その最小すべり安全率が１，２号機背後斜面より大きいため崩壊しない、又は、斜面から十分な離隔距離がある若しくはすべり方向が違うため崩壊してもその影響を受けない。

2-2) 屋内設備等に対する評価結果

2-1)項のとおり、３号機及び４号機周辺の斜面については、1.26G の地震加速度では崩壊しない、又は、斜面から十分な離隔距離があるため崩壊時に発生する土砂が建屋に到達することはない。したがって、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、必要な屋外設備等についてその機能を維持出

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。

したがって、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、２０１７年８月２５日に認可を受けた大飯発電所３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3.1.4.2.1.11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℃）以上に加熱されないと着火しにくい物質である。ここで、大飯発電所における原子炉格納容器内、原子炉周辺建屋内、制御建屋内又は廃棄物処理建屋内に設置されている機器の潤滑油の引火点は約 220～256℃であり、第 3.1.4.2.1.24 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 3.1.4.2.1.25 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℃）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3.1.4.2.1.11図の火災区域・区画図（E.L.＋10.0m）に示すとおり、A 系と B 系の区画が位置的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。さらに、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3.1.4.2.1.11図の火災区域・区画図（E.L.＋17.1m）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 3.1.4.2.1.26 表に示す。

第 3.1.4.2.1.26 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3.1.4.2.1.11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での評価結果と同様となる。

したがって、出力運転時にて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、火気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、火気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、運転停止時にて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、火気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、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、取り替えたチャコールフィルタについては、大飯発電所 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。

さら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。さらに、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 3.1.4.2.1.27 表に示す。

第 3.1.4.2.1.27 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、大飯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3.1.4.2.1.11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3.1.4.2.1.26表に示す。

第 3.1.4.2.1.26 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、大飯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3.1.4.2.1.11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、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

（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3.1.4.2.1.28表に示す。

第 3.1.4.2.1.28 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ことを確認した。

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.2.1.11 図（１／２）　大飯発電所３号機 火災区域・火災区画（E.L.＋10.0m）

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.2.1.11 図（２／２）　大飯発電所３号機 火災区域・火災区画（E.L.＋17.1m）

第 3.1.4.2.1.24 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 ［℃］	室内温度 ［℃］	機器運転時の 潤滑油温度 ［℃］
コスモタービンスーパーE32	余熱除去ポンプ タービン動補助給水ポンプ 他	220	40	115
			33	80
コスモオルパス 100	充てんポンプ 他	248	40	80
コスモタービンスーパー68	制御用空気圧縮機　他	246	34	89
コスモマリン 4010	ディーゼル発電機　他	256	40	66

第 3.1.4.2.1.25 表　プラントウォークダウン結果（１／４）

例

大飯発電所３号機　安全性向上評価のためのプラントウォークダウンチェックシート

ＳＳＣ名：　3A,3B高圧注入ポンプ

機器番号：　3S1P1A,3S1P1B

可燃物名：　潤滑油

区画：　A:R/B 1-5　B:R/B 1-4

潤滑油を内包するＳＳＣは以下を記載

漏洩拡大防止措置：　有

漏洩範囲[m2]：　漏洩拡大防止措置内
(等価直径[m])

[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
漏洩範囲内に着火源となるものは無い。

第 3.1.4.2.1.25 表　プラントウォークダウン結果（２／４）

例

A）潤滑油漏洩範囲内の着火源の確認

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	☑	□	□	□
２．裸火は無い	☑	□	□	□
３．高温の発熱体は無い	☑	□	□	□
４．その他着火源は無い （Nの場合、具体的着火源を特記事項に記入）	☑	□	□	□

特記事項
特に無し。

（記号の説明）　Y：YES,　N：NO,　U：調査不可,　N／A：対象外

第 3.1.4.2.1.25 表 プラントウォークダウン結果（３／４）

例

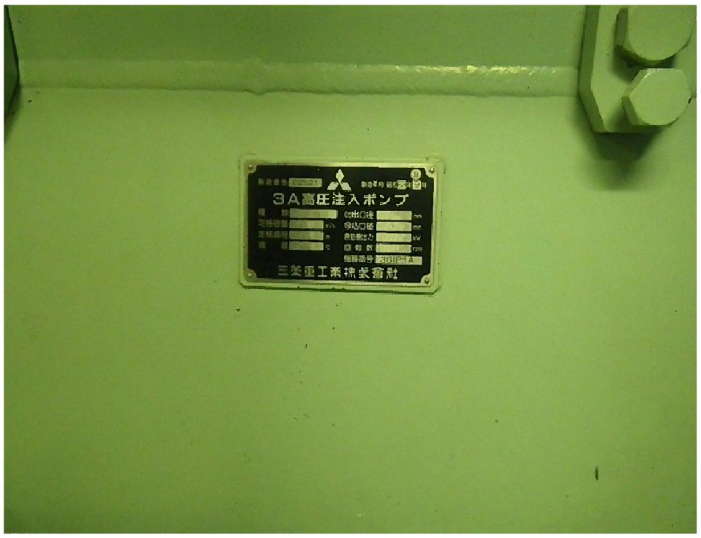


図 36-1　3A,3B 高圧注入ポンプ
機器名表示



図 36-2　3A,3B 高圧注入ポンプ
外観

第 3.1.4.2.1.25 表　プラントウォークダウン結果（４／４）

例



図36-3　3A, 3B高圧注入ポンプ
漏洩拡大防止措置

第 3.1.4.2.1.26 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	燃料油を内包する設備の A 系と B 系は位置的に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、事象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 3.1.4.2.1.27 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	出力運転時との相違点として、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	出力運転時との相違点として、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	出力運転時との相違点として、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、取り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 3.1.4.2.1.28 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、２０１７年５月２４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２０１７年８月２５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。したがって、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、大飯発電所構内には、「補助ボイラ燃料タンク（重油、250kℓ×2 基）」、「３号

機及び４号機油計量タンク（タービン油、130kℓ）」、「１号機及び２号機油計量タンク（タービン油、100kℓ）」、「変圧器絶縁油保管タンク（絶縁油、300kℓ）」、「海生物焼却炉燃料タンク（重油、30kℓ）」、「燃料油貯蔵タンク（重油、114kℓ×４基）」及び「重油タンク（重油、160kℓ×４基）」がある。

このうち、「３号機及び４号機油計量タンク（タービン油、130kℓ）」及び「１号機及び２号機油計量タンク（タービン油、100kℓ）」については、空運用としているため火災源として選定しない。

また、燃料油貯蔵タンク（重油、114kℓ×４ 基）」及び「重油タンク（重油、160kℓ×４ 基）」については、コンクリート構造物に収納した地下埋設タンクとなっているため地表面で火災が発生する可能性は低く、輻射熱による防護対象施設へ影響を与えないことから火災源として選定しない。

「補助ボイラ燃料タンク（重油、250kℓ×２ 基）」については、通常は空運用としているが、一時的に使用する場合（10kℓ 以上保有時）には、当該タンクから燃料が流出した際に消火泡の放出を行う要員を当該タンク周辺に待機させ、地震により当該タンクから燃料が流出した際には、ポンプ車により漏洩した燃料に消火泡を放出し発火を未然に防止する運用を「大飯発電所　防火管理所達」で定めていることから火災源として選定しない。

以上より、外部火災源としては変圧器絶縁油保管タンク（絶縁油、300kℓ）及び海生物焼却炉燃料タンク（重油、30kℓ）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、クリフエ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変圧器絶縁油保管タンク（絶縁油、300kℓ）及び海生物焼却炉燃料タンク（重油、30kℓ）については、第 3.1.4.2.1.12 図に示す通り、３、４号機建屋から約 400m 及び約 580m と十分に距離が離れていることから、３号機建屋に外部火災の影響はなく、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も同様に、各保管場所は火災源から十分に距離が離れている。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ポンプ車、泡原液搬送車、小型動力ポンプ付水槽車は、第 3.1.4.2.1.12 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「大飯発電所　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－４に記載する。

第 3.1.4.2.1.12 図　防護すべき設備等の配置場所

参考資料－４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））

起因事象：主給水流量喪失

参考資料－４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））

起因事象：外部電源喪失

			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	補助給水による蒸気発生器への給水（電動またはタービン動）		充てん系によるほう酸の添加	主蒸気逃がし弁による熱放出（手動・中央制御室）	加圧器逃がし弁による減圧（手動・中央制御室）	余熱除去系による冷却	フィードアンドブリード						補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）	RCPシールLOCA	空冷式非常用発電装置からの給電	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	恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水	大容量ポンプによる補機冷却	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	タービン動					高圧注入による炉心への注水	加圧器逃がし弁による減圧（フィードアンドブリード）	格納容器スプレイによる格納容器除熱	高圧注入による再循環炉心冷却(CCW冷却)	格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（CCW冷却）									
		設備		燃料集合体制御棒クラスタ	ディーゼル機関	原子炉建屋(主蒸気管室)	原子炉建屋(主蒸気管室)	ほう酸タンク	原子炉建屋(主蒸気管室)	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	原子炉補機冷却水冷却器	原子炉建屋(主蒸気管室)	－	空冷式非常用発電装置 信号処理盤	原子炉建屋(主蒸気管室)	蓄圧タンク	低圧注入ポンプ制御ユニット	原子炉補機冷却水冷却器	ケーブルトレイ	原子炉補機冷却水冷却器
	影響緩和機能	設備		1.61	1.30	1.07	1.07	1.22	1.07	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.37	1.07	－	1.25	1.07	1.27	1.28	1.37	1.43	1.37
サポート系	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	1.37	関連するサポート系なし	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	関連するサポート系なし	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	1.35		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○		○	●	○	●
	125V DC電源	直流き電盤	1.36		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○					○	
	115V AC電源	制御建屋	1.58		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○		○	○	○	○
	バッテリー	蓄電池	1.37		○		○											○		○						
	空冷式非常用発電装置	空冷式非常用発電装置 信号処理盤	1.25																				●			
	原子炉補機冷却水系	原子炉補機冷却水冷却器	1.37					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○									
	海水系	海水ポンプ	1.31		○			○	○	●	●	○	●	○	○	○	●									
	大容量ポンプ	原子炉補機冷却水冷却器	1.37																						○	○
	制御用空気系	ケーブルトレイ	1.43						○	○			○													
	再循環切替	格納容器再循環サンプ	1.26													●	●								●	
	RWSP	燃料取替用水ピット	1.26									●		●									○			
	電動補助給水ポンプ室換気装置	電動補助給水ポンプ室給排気ダクト 電動補助給水ポンプ室給気ファン現場操作箱	1.38			○																				
	ディーゼル発電機室空調装置	ディーゼル発電機室給排気ダクト ディーゼル発電機室給気ファン現場操作箱	1.38		○																					
	中央制御室非常用循環系（被ばく低減）	中央制御室空調ダクト	1.38																							
	アニュラス空気浄化系	放射線管理室排気ダクト（アニュラスバウンダリ） アニュラス空気浄化ダクト 格納容器給排気ダクト（アニュラスバウンダリ） 補助建屋排気ダクト（アニュラスバウンダリ）	1.38																							
各影響緩和機能のHCLPF				1.61	1.30	1.07		1.22	1.07	1.31	1.31	1.26	1.31	1.26	1.26	1.26	1.31	1.07	－	1.25	1.07	1.27	1.25	1.35	1.26	1.35

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））

起因事象：外部電源喪失

参考資料－４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））

起因事象：外部電源喪失

参考資料－４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））

起因事象：主給水管破断及び外部電源喪失

参考資料－４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））

起因事象：主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）及び外部電源喪失

参考資料－４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））
主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流））及び外部電源喪失

			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	主蒸気隔離	補助給水による蒸気発生器への給水（電動またはタービン動）		充てん系によるほう酸の添加	主蒸気逃がし弁による熱放出（手動・中央制御室）	加圧器逃がし弁による減圧（手動・中央制御室）	余熱除去系による冷却	フィードアンドブリード					
							電動	タービン動					高圧注入による炉心への注水	加圧器逃がし弁による減圧（ﾌｨｰﾄﾞｱﾝﾄﾞﾌﾞﾘｰﾄﾞ）	格納容器スプレイによる格納容器除熱	高圧注入による再循環炉心冷却（CCW冷却）	格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（CCW冷却）
			設備	燃料集合体制御棒クラスタ	ディーゼル機関	原子炉建屋（主蒸気管室）	原子炉建屋（主蒸気管室）	原子炉建屋（主蒸気管室）	ほう酸タンク	原子炉建屋（主蒸気管室）	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	原子炉補機冷却水冷却器
	影響緩和機能	設備		1.61	1.30	1.07	1.07	1.07	1.22	1.07	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.37
サポート系	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	1.37	関連するサポート系なし	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	1.35		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	125V DC電源	直流き電盤	1.36		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	115V AC電源	制御建屋	1.58		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	蓄電池	1.37		○			○										
	空冷式非常用発電装置	空冷式非常用発電装置 信号処理盤	1.25															
	原子炉補機冷却水系	原子炉補機冷却水冷却器	1.37						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	海水系	海水ポンプ	1.31		○				○	○	●	●	○	●	○	○	○	●
	大容量ポンプ	原子炉補機冷却水冷却器	1.37															
	制御用空気系	ケーブルトレイ	1.43							○	○			○				
	再循環切替	格納容器再循環サンプ	1.26													●	●	
	RWSP	燃料取替用水ピット	1.26										●		●			
	電動補助給水ポンプ室換気装置	電動補助給水ポンプ室給排気ダクト 電動補助給水ポンプ室給気ファン現場操作箱	1.38				○											
	ディーゼル発電機室空調装置	ディーゼル発電機室給排気ダクト ディーゼル発電機室給気ファン現場操作箱	1.38		○													
	中央制御室非常用循環系（被ばく低減）	中央制御室空調ダクト	1.38															
	アニュラス空気浄化系	放射線管理室排気ダクト（アニュラスバウンダリ） アニュラス空気浄化ダクト 格納容器給排気ダクト（アニュラスバウンダリ） 補助建屋排気ダクト（アニュラスバウンダリ）	1.38															
各影響緩和機能のHCLPF				1.61	1.30	1.07	1.07		1.22	1.07	1.31	1.31	1.26	1.31	1.26	1.26	1.26	1.31

○：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））

起因事象：主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流））及び外部電源喪失

参考資料－４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））
主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流））及び外部電源喪失

参考資料－４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））
起因事象：外部電源喪失

			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	空冷式非常用発電装置からの給電	充てん注入による炉心への注水	高圧注入による炉心への注水	恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水	高圧注入による再循環炉心冷却（CCW冷却）	格納容器スプレイによる代替再循環炉心冷却	格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（CCW冷却）	大容量ポンプによる補機冷却	高圧注入による再循環炉心冷却（海水冷却）	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	ディーゼル機関	ケーブルトレイ	空冷式非常用発電装置 信号処理盤	ケーブルトレイ	ケーブルトレイ	低圧注入ポンプ制御ユニット	ケーブルトレイ	格納容器再循環サンプ	ケーブルトレイ	原子炉補機冷却水冷却器	原子炉補機冷却水冷却器	ケーブルトレイ	原子炉補機冷却水冷却器
サポート系	影響緩和機能	設備		1.30	1.43	1.25	1.43	1.43	1.28	1.43	1.26	1.43	1.37	1.37	1.43	1.37
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	1.37	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	1.35	○	○		○	○	○	○	○	○	○	●	○	●
	125V DC電源	直流き電盤	1.36	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○	
	115V AC電源	制御建屋	1.58	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	バッテリー	蓄電池	1.37	○		○										
	空冷式非常用発電装置	空冷式非常用発電装置信号処理盤	1.25						●							
	原子炉補機冷却水系	原子炉補機冷却水冷却器	1.37		○		○	○		○	○	○	○			
	海水系	海水ポンプ	1.31	○	○		○	○		○	○	○	●			
	大容量ポンプ	原子炉補機冷却水冷却器	1.37												○	○
	制御用空気系	ケーブルトレイ	1.43													
	再循環切替	格納容器再循環サンプ	1.26							●	●	●			●	
	RWSP	燃料取替用水ピット	1.26		●		●	●	○							
	電動補助給水ポンプ室換気装置	電動補助給水ポンプ室給気ファン現場操作箱 電動補助給水ポンプ室給排気ダクト	1.38													
	ディーゼル発電機室換気系	ディーゼル発電機室給気ファン現場操作箱 ディーゼル発電機室給排気ダクト	1.38	○												
各影響緩和機能のHCLPF				1.30	1.26	1.25	1.26	1.26	1.25	1.26	1.26	1.26	1.31	1.35	1.26	1.35

○：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））

起因事象：外部電源喪失

参考資料－４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））

起因事象：外部電源喪失

参考資料－４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１））
起因事象：外部電源喪失

			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	送水車によるSFP注水（海水）
			設備	ディーゼル機関	使用済燃料ピット※	燃料取替用水ピット	使用済燃料ピット※
サポート系	影響緩和機能	設備		1.30	1.26※	1.26	1.26※
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	1.37	○	○	○	関連するサポート系なし
	440V AC電源	パワーセンタ	1.35	○	○	○	
	125V DC電源	直流き電盤	1.36	○	○		
	115V AC電源	制御建屋	1.58	○	○	○	
	バッテリー	蓄電池	1.37	○			
	原子炉補機冷却水系	原子炉補機冷却水冷却器	1.37		○		
	海水系	海水ポンプ	1.31	○	○		
	大容量ポンプ	原子炉補機冷却水冷却器	1.37				
	制御用空気系	ケーブルトレイ	1.43				
	再循環切替	格納容器再循環サンプ	1.26				
	RWSP	燃料取替用水ピット	1.26				
	電動補助給水ポンプ室換気系	電動補助給水ポンプ室給排気ダクト 電動補助給水ポンプ室給気ファン現場操作箱	1.38				
	ディーゼル発電機室換気系	ディーゼル発電機室給排気ダクト ディーゼル発電機室給気ファン現場操作箱	1.38	○			
	中央制御室非常用循環系（被ばく低減）	中央制御室空調ダクト	1.38				
	アニュラス空気浄化系	放射線管理室排気ダクト（アニュラスバウンダリ） アニュラス空気浄化ダクト 格納容器給排気ダクト（アニュラスバウンダリ） 補助建屋排気ダクト（アニュラスバウンダリ）	1.38				
各影響緩和機能のHCLPF				1.30	1.26	1.26	1.26

※：使用済燃料ピット自体が損傷することにより、緩和機能が喪失する。

○：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））

起因事象：外部電源喪失

参考資料－４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：ＳＦＰ燃料損傷（区分１））

起因事象：外部電源喪失

評価対象	地震加速度区分	イベントツリーの起因事象	クリフエッジ・エフェクトを引き起こす地震加速度	クリフエッジ・エフェクト	各クリフエッジ・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 （1.07G未満）	主給水流量喪失 外部電源喪失	1.07G未満	主給水流量喪失	主給水系	—	①～⑥	6	
				外部電源喪失	外部電源系				
			1.07G	補助給水による蒸気発生器への給水（電動またはタービン動）機能等の喪失	原子炉建屋 （主蒸気管室）	①、⑤、⑥	②～④	3	
				補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）機能等の喪失					
			1.26G	高圧注入による炉心への注水機能等の喪失	原子炉建屋 （インナーコンクリート）	②～④	—	0	
	区分2 （1.07G～1.26G未満）	主給水流量喪失 外部電源喪失 主給水管破断 主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流） 主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）	1.07G	主給水管破断	原子炉建屋 （主蒸気管室）	①	②～④	3	
				主蒸気管破断（主蒸気管破断上流）					
				主蒸気管破断（主蒸気管破断下流）					
			1.26G	高圧注入による炉心への注水機能等の喪失	原子炉建屋 （インナーコンクリート）	②～④	—	0	
	区分3 （1.26G～1.31G未満）	主給水流量喪失 外部電源喪失 主給水管破断 主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流） 主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流） CV機能喪失直結 大破断LOCA	1.26G	CV機能喪失直結	原子炉建屋 （インナーコンクリート）	—	—	0	クリフエッジ
				大破断LOCA	制御棒駆動装				
運転停止時炉心損傷	区分1 （1.26G未満）	外部電源喪失	1.07G未満	外部電源喪失	外部電源系	—	①～⑪	11	
			1.25G	空冷式非常用発電装置からの給電機能等の喪失	空冷式非常用発電装置 信号処理盤	⑩、⑪	①～⑨	9	
				恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水機能の喪失					
			1.26G	余熱除去系による冷却機能の喪失	原子炉建屋 （インナーコンクリート）	①～⑨	—	0	
				充てん注入による炉心への注水機能等の喪失					
				高圧注入による炉心への注水機能等の喪失					
	区分2 （1.26G～1.31G未満）	外部電源喪失 CV機能喪失直結	1.26G	CV機能喪失直結	原子炉建屋 （インナーコンクリート）	—	—	0	クリフエッジ
格納容器損傷	区分1 （1.07G未満）	主給水流量喪失 外部電源喪失	—	—	—	—	—	—	
	区分2 （1.07G～1.26G未満）	主給水流量喪失 外部電源喪失 主給水管破断 主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流） 主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）	—	—	—	—	—	—	
	区分3 （1.26G～1.31G未満）	主給水流量喪失 外部電源喪失 主給水管破断 主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流） 主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流） CV機能喪失直結 大破断LOCA	1.26G	CV機能喪失直結	原子炉建屋 （インナーコンクリート）	—	—	0	クリフエッジ
				大破断LOCA	制御棒駆動装置				
SFP燃料損傷	区分1 （1.26G未満）	外部電源喪失	1.26G未満	外部電源喪失	外部電源系	—	①～③	3	
			1.26G	燃料取替用水ポンプによる注水機能の喪失	燃料取替用水ピット	①～③	—	0	
				SFP冷却系による冷却機能の喪失	使用済燃料ピット				
				送水車によるSFP注水（海水）					
	区分2 （1.26～1.31G未満）	外部電源喪失 SFP冷却機能喪失 SFP損傷	1.26G	SFP燃料損傷直結	使用済燃料ピット	—	—	0	クリフエッジ

地震におけるクリフエッジ・エフェクト評価

	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 (1.26G)	停止時 炉心損傷防止 (1.26G)	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	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	—	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置(2台)	—	—	—	—
	・送水車及びホース類(1式)	—	—	—	○ 送水車によるSFP注水 (海水)
	・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) ・仮設組立式水槽(1台)	—	—	—	—
	・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
	・タンクローリ(1台) ・燃料油貯蔵タンク(非常用所内電源、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) ・重油タンク(非常用所内電源、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	—	—
	・軽油ドラム缶(送水車用)	—	—	—	○ 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（斜面崩壊による影響確認）

	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 (1.26G)	停止時 炉心損傷防止 (1.26G)	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	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	—	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置(2台)	—	—	—	—
	・送水車及びホース類(1式)	—	—	—	○ 送水車によるSFP注水 (海水)
	・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) ・仮設組立式水槽(1台)	—	—	—	—
	・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
	・タンクローリ(1台) ・燃料油貯蔵タンク(非常用所内電源、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) ・重油タンク(非常用所内電源、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	—	—
	・軽油ドラム缶(送水車用)	—	—	—	○ 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（外部火災による影響確認）

3.1.4.2.2 津波

「(1) 津波単独の評価」では、水面が平らである仮想的な津波でクリフエッジ津波高さを評価する。「(2) 遡上解析による検証」では、上記の評価結果に対して遡上の影響を考慮したクリフエッジ津波高さを評価する。

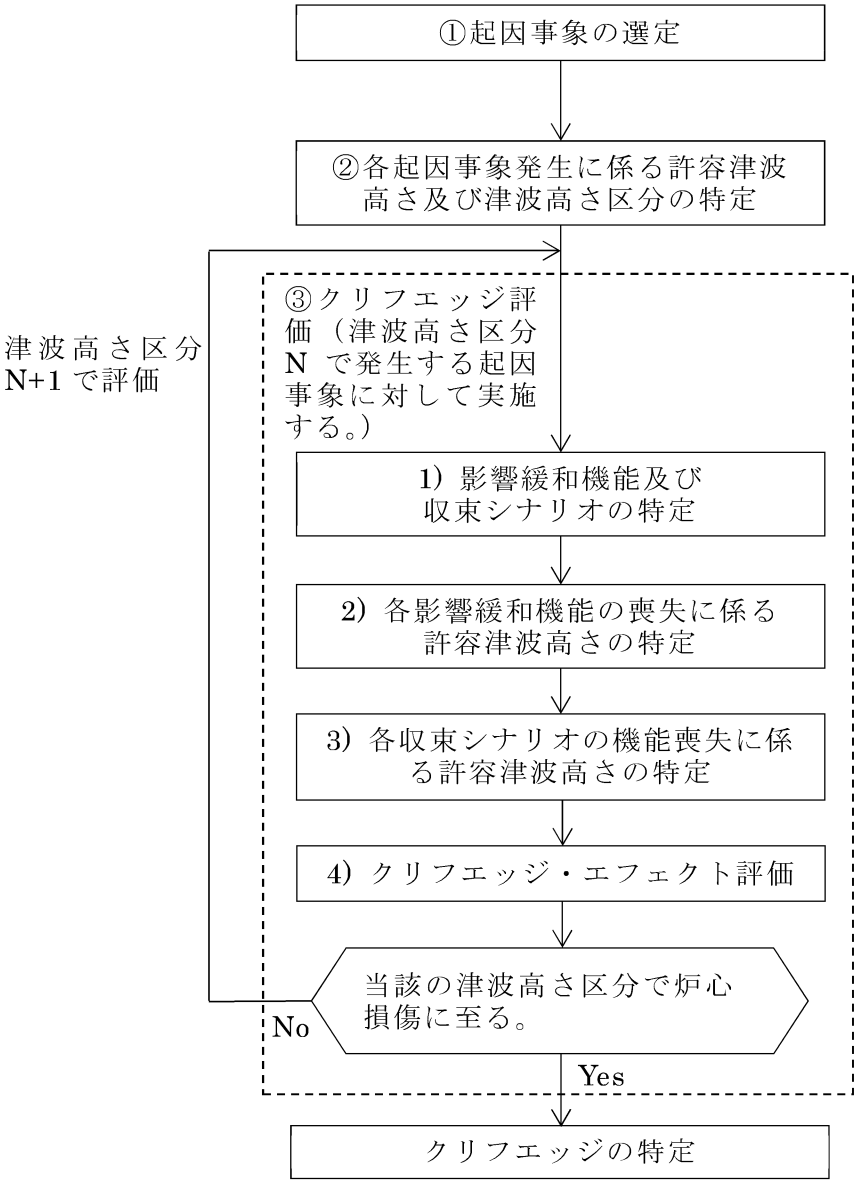
(1) 津波単独の評価

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 3.1.4.2.2.1 図参照）。



第 3.1.4.2.2.1 図　クリフエッジの特定に係るフロー図

（津波：出力運転時炉心損傷）

① 起因事象の選定

津波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津波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許容津波高さ及び津波高さ区分

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許容津波高さを、「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津波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津波高さ区分を設定する。

③ クリフエッジ評価

②項にて設定した津波高さ区分の小さい順に、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、次の津波高さ区分を対象とし、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。

評価対象の津波高さ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許容津波高さのうち、最も大きいものがクリフエッジの津波高さとなる。

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

当該の津波高さ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津波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許容津波高さの特定

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許容津波高さを、「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津波ＰＲＡの検討結果を踏まえて整理

する。具体的には、影響緩和機能の機能喪失に係る許容津波高さは、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許容津波高さのうち、小さい方となる。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さの特定

2)項にて特定した各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さの結果から、各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さを特定する。具体的には、各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さは、当該収束シナリオに必要な各影響緩和機能の許容津波高さのうち、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許容津波高さが、各クリフエッジ・エフェクトの津波高さとなる。

ii 評価結果

① 起因事象の選定結果

津波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）」に示すレベル１津波ＰＲＡの検討結果を踏まえて、以下の３事象を選定した。

・外部電源喪失
・原子炉補機冷却海水系の全喪失
・炉心損傷直結（複数の信号系損傷）

なお、ここで津波ＰＲＡと一部扱いが異なる起因事象について、「複数の信号系損傷」については、影響を明確

化するために「炉心損傷直結」事象とした。

② 各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果

各起因事象を引き起こす設備等とその許容津波高さを第 3.1.4.2.2.1 表のとおり特定した。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する津波高さ区分１～３は同表のとおり決まる。

第 3.1.4.2.2.1 表　各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果

津波高さ区分		各津波高さ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許容津波高さ		備考
－	8.0m 未満	－	－	－	－
区分１	8.0～9.7m 未満	原子炉補機冷却海水系の全喪失	海水ポンプ	8.0m	－
区分２	9.7m～15.8m 未満	外部電源喪失	常用系メタルクラッドスイッチギア	9.7m	－
区分３	15.8m 以上	炉心損傷直結	メタルクラッドスイッチギア	15.8m	建屋内（ＣＶ内を除く）の機器のほとんどが浸水・水没するため、プラントの重要な制御・保護機能が喪失し、炉心損傷直結となる。

③ クリフエッジ評価結果

イ）津波高さ区分１（8.0~9.7m 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

津波高さ区分１で発生する起因事象である「原子

炉補機冷却海水系の全喪失」について、別紙 3.1.4.2.2(1)-1 のとおり、レベル１津波ＰＲＡ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 3.1.4.2.2(1)-1 に示すとおり「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の緩和機能に対して評価を実施した。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さの特定

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許容津波高さの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さを別紙 3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の収束シナリオ①、②の機能喪失に係る許容津波高さについて、別紙 3.1.4.2.2(1)-3 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

津波高さ 8.0m 以上で「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の起因事象が発生し、その収束シナリオは①、②の 2 種類となる。そして、建屋シール高さに該当する津波高さ 11.4m 以上で収束シナリオ①、②の機能が喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪

失することとなる。（別紙 3.1.4.2.2(1)-22 参照）

評価の結果、収束シナリオ①、②の機能喪失に係る津波高さが 11.4m 以上であることから、津波高さ区分１（8.0~9.7m 未満）で炉心損傷に至ることはない。

よって、次の津波高さ区分２（9.7~15.8m 未満）に対して評価を実施した。

なお、各収束シナリオにおけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、補助給水系による給水と主蒸気逃がし弁開放による大気への熱放出により崩壊熱を除去する収束シナリオである。また、減少した１次冷却材は蓄圧注入により補給する。当該収束シナリオは、補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）機能等の許容津波高さが 11.4m であることから、11.4m 以上の津波高さで機能喪失する。

収束シナリオ②は、原子炉補機冷却水の喪失後にＲＣＰシールＬＯＣＡが発生する事象に係る収束シナリオである。損傷したＲＣＰシールから流出した１次冷却材は、蓄圧注入と恒設代替低圧注水ポンプを使用して補給する。補助給水系による給水と主蒸気逃がし弁開放による大気への熱放出により短期的な崩壊熱除去を行い、大容量ポンプによる補機冷却機能回復後に、高圧注入系による再循環炉心冷却及び格納容器内自然対流冷却により、海水を最終ヒートシンクとする長期的な崩壊熱除去が可能となる。当該収束シナリオは、補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）機能等の許容津波高さが 11.4m であることから、11.4m 以上の津波高さで機能喪失する。

ロ）津波高さ区分２（9.7~15.8m 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

津波高さ区分２において新たに追加して発生する起因事象である「外部電源喪失」について、別紙 3.1.4.2.2(1)-4 のとおり、レベル１津波ＰＲＡ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許容津波高さの特定

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許容津波高さの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さを別紙 3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

「原子炉補機冷却海水系の全喪失」に加えて「外部電源喪失」の収束シナリオ①、②の機能喪失に係る許容津波高さについて、別紙 3.1.4.2.2(1)-6 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

津波高さ 9.7m 以上で「外部電源喪失」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 種類となる。そして、建屋シール高さに該当する津波高さ 11.4m 以上で収束シナリオ①、②の機能が喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.2(1)-22 参照）

評価の結果、収束シナリオ①、②の機能喪失に係る津波高さが 11.4m 以上であることから、津波高さ

区分２（9.7~15.8m 未満）に含まれる 11.4m以上で炉心損傷に至るため、これをクリフエッジとして特定した。

なお、各収束シナリオにおけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

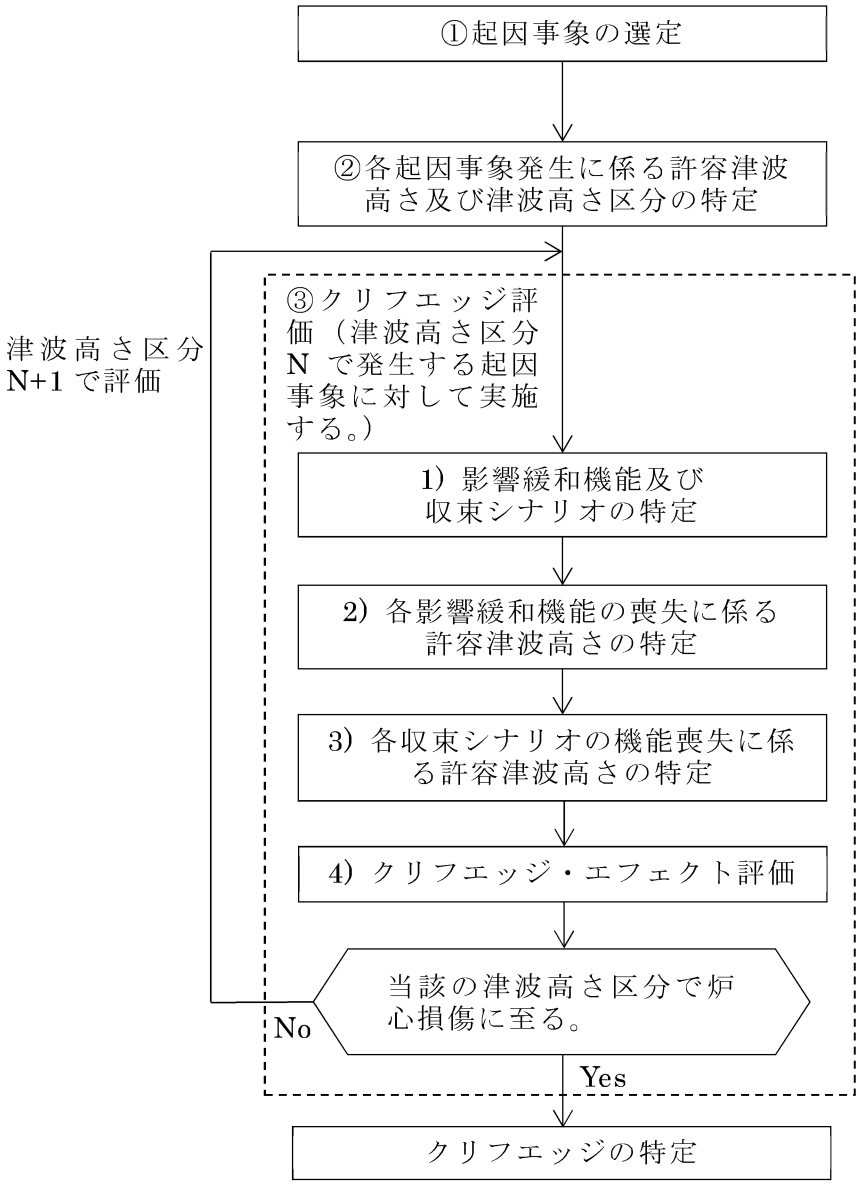
収束シナリオ①は、空冷式非常用発電機から給電し、補助給水系による給水と主蒸気逃がし弁開放による大気への熱放出により崩壊熱を除去する収束シナリオである。また、減少した１次冷却材は蓄圧注入により補給する。当該収束シナリオは、補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）機能等の許容津波高さが 11.4m であることから、11.4m以上の津波高さで機能喪失する。

収束シナリオ②は、原子炉補機冷却水の喪失後にＲＣＰシールＬＯＣＡが発生する事象に係る収束シナリオである。空冷式非常用発電機から給電し、損傷したＲＣＰシールから流出した１次冷却材は、蓄圧注入と恒設代替低圧注水ポンプを使用して補給する。補助給水系による給水と主蒸気逃がし弁開放による大気への熱放出により短期的な崩壊熱除去を行い、大容量ポンプによる補機冷却機能回復後に、高圧注入系による再循環炉心冷却及び格納容器内自然対流冷却により、海水を最終ヒートシンクとする長期的な崩壊熱除去が可能となる。当該収束シナリオは、補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）機能等の許容津波高さが 11.4m であることから、11.4m以上の津波高さで機能喪失する。

(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3.1.4.2.2.2図参照）。



第3.1.4.2.2.2図　クリフエッジの特定に係るフロー図

（津波：運転停止時炉心損傷）

① 起因事象の選定

津波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津波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許容津波高さ及び津波高さ区分の特定

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許容津波高さを特定する。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する津波高さ区分を設定する。

③ クリフエッジ評価

②項にて設定した津波高さ区分の小さい順に、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、次の津波高さ区分を対象とし、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。

評価対象の津波高さ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許容津波高さのうち、最も大きいものがクリフエッジの津波高さとなる。

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

当該の津波高さ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許容津波高さの特定

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許容津波高さを特定する。具体的には、影響緩和機能の機能喪失に係る許容津波高

さは、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許容津波高さのうち、小さい方となる。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さの特定

2)項にて特定した各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さの結果から、各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さを特定する。具体的には、各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さは、当該収束シナリオに必要な各影響緩和機能の許容津波高さのうち、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許容津波高さが、各クリフエッジ・エフェクトの津波高さとなる。

ii 評価結果

① 起因事象の選定結果

津波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津波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津波ＰＲＡにおける起因事象に対する検討

レベル１津波ＰＲＡの起因事象のうち、運転停止時の津波に対する安全裕度評価で考慮すべき起因事象を第 3.1.4.2.2.2 表のとおり検討し、以下のとおり抽出した。

・外部電源喪失

・原子炉補機冷却海水系の全喪失
・複数の信号系損傷

b) 停止時内的事象ＰＲＡにおける起因事象に対する検討

停止時内的事象ＰＲＡの起因事象のうち、運転停止時の津波に対する安全裕度評価で考慮すべき起因事象を第 3.1.4.2.2.3 表のとおり検討し、以下のとおり抽出した。

・外部電源喪失
・原子炉補機冷却海水系の全喪失
・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
・反応度の誤投入

c) 運転停止時の津波に対する安全裕度評価で想定する起因事象の選定結果

運転停止時の津波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、停止時地震安全裕度評価固有の起因事象として原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（格納容器バイパス）を加え、以下の 8 事象を選定した。

・原子炉補機冷却海水系の全喪失
・外部電源喪失
・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（格納容器バイパス）
・水位維持失敗
・余熱除去機能喪失
・反応度の誤投入
・炉心損傷直結（複数の信号系損傷）

・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失

第 3.1.4.2.2.2 表　レベル１津波ＰＲＡにおける起因事象に対する検討

レベル１津波ＰＲＡ 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
外部電源喪失	○	－
原子炉補機冷却海水系の全喪失	○	－
複数の信号系喪失	○	－

○：要、×：否

第 3.1.4.2.2.3 表　停止時内的事象ＰＲＡにおける起因事象に対する検討

停止時内的事象 ＰＲＡ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
加圧器逃し弁／安全弁 ＬＯＣＡ	×	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。
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。
外部電源喪失	○	－
制御用空気系の部分喪失	×	配置情報に基づき想定不要とする。
制御用空気系の全喪失	×	配置情報に基づき「複数の信号系損傷」で代表する。
原子炉補機冷却水系の部分喪失（Ａ又はＢヘッダ）	×	配置情報に基づき想定不要とする。
原子炉補機冷却水系の全喪失	×	配置情報に基づき「原子炉補機冷却海水系の全喪失」で代表する。
原子炉補機冷却海水系の部分喪失	×	配置情報に基づき想定不要とする。
原子炉補機冷却海水系の全喪失	○	－
安全系高圧交流母線の部分喪失	×	部分喪失：配置情報に基づき想定不要とする。 全喪失：配置情報に基づき「複数の信号系損傷」で代表する。
安全系高圧交流母線の全喪失	×	
安全系低圧交流母線の部分喪失	×	
安全系低圧交流母線の全喪失	×	
安全系直流母線の部分喪失	×	
安全系直流母線の全喪失	×	
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失	○	－
オーバードレン	×	安全裕度評価では津波時に運転員が誤操作することを想定していない。
水位維持失敗	○	－
余熱除去系機能喪失	○	－
反応度の誤投入	○	－

○：要、×：否

② 各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果

各起因事象を引き起こす設備等とその許容津波高さを第 3.1.4.2.2.4 表のとおり特定した。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する津波高さ区分１～４を同表のとおり設定した。

第 3.1.4.2.2.4 表　各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果

<table>
<tr><th colspan="2">津波高さ
区分</th><th>各津波高さ区分で
追加して発生する
起因事象</th><th colspan="2">各起因事象を
引き起こす設備等と
許容津波高さ</th><th>備考</th></tr>
<tr><td>－</td><td>8.0m 未満</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>区分１</td><td>8.0~9.7m
未満</td><td>原子炉補機冷却海水系の全喪失</td><td>海水ポンプ</td><td>8.0m</td><td>－</td></tr>
<tr><td>区分２</td><td>9.7~11.4m
未満</td><td>外部電源喪失</td><td>常用系メタルクラッドスイッチギア</td><td>9.7m</td><td>－</td></tr>
<tr><td rowspan="4">区分３</td><td rowspan="4">11.4~15.8m 未満</td><td>余熱除去機能喪失</td><td rowspan="4">建屋シール</td><td rowspan="4">11.4m</td><td>－</td></tr>
<tr><td>水位維持失敗</td><td>－</td></tr>
<tr><td>反応度の誤投入</td><td>－</td></tr>
<tr><td>原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（格納容器バイパス）</td><td>－</td></tr>
<tr><td rowspan="2">区分４</td><td rowspan="2">15.8m
以上</td><td>炉心損傷直結</td><td>メタルクラッドスイッチギア</td><td>15.8m</td><td rowspan="2">建屋内（ＣＶ内を除く）の機器のほとんどが浸水・水没するため、プラントの重要な制御・保護機能が喪失し、炉心損傷直結となる。</td></tr>
<tr><td>原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失</td><td>１次系シーケンス盤</td><td>21.8m</td></tr>
</table>

③ クリフエッジ評価結果

イ）津波高さ区分１（8.0~9.7m 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

津波高さ区分１で発生する起因事象である「原子炉補機冷却海水系の全喪失」について、別紙

3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

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許容津波高さの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さを別紙 3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さについて、別紙 3.1.4.2.2(1)-9 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

8.0m 以上の津波で「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の起因事象が発生し、その収束シナリオは①のみとなる。そして、建屋シール高さに該当する津波高さ 11.4m 以上で収束シナリオ①が機能喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.2(1)-22 参照）

その結果、収束シナリオ①の機能喪失に係る津波高さが 11.4m 以上であることから、津波高さ区分１（8.0~9.7m 未満）で炉心損傷に至ることはない。

よって、次の津波高さ区分２（9.7~11.4m 未満）

に対して評価を実施した。

なお、収束シナリオ①におけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、恒設代替低圧注水ポンプを使用して炉心へ注水する。大容量ポンプによる補機冷却機能回復後に、高圧注入系による再循環炉心冷却及び格納容器内自然対流冷却により、海水を最終ヒートシンクとする長期的な崩壊熱除去が可能となる。当該収束シナリオは、恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水機能等の許容津波高さが 11.4m であることから、11.4m以上の津波高さで機能喪失する。

ロ）津波高さ区分２（9.7~11.4m 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

津波高さ区分２において新たに追加して発生する起因事象である「外部電源喪失」について、別紙 3.1.4.2.2(1)-10 のとおり、レベル１津波ＰＲＡ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許容津波高さの特定

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許容津波高さの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さを別紙 3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

「原子炉補機冷却海水系の全喪失」に加えて「外部電源喪失」の収束シナリオの機能喪失に係る許容

津波高さについて、別紙 3.1.4.2.2(1)-12 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

津波高さ9.7m以上で「外部電源喪失」の起因事象事象が新たに発生し、その収束シナリオは①のみとなる。そして、建屋シール高さに該当する津波高さ11.4m 以上で収束シナリオ①が機能喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.2(1)-22 参照）

上記のとおり、収束シナリオ①の機能喪失に係る津波高さが 11.4m 以上であることから、津波高さ区分１（9.7~11.4m 未満）で炉心損傷に至ることはない。

よって、次の津波高さ区分３（11.4~15.8m 未満）に対して評価を実施した。

なお、収束シナリオ①におけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、空冷式非常用発電機から給電し、恒設代替低圧注水ポンプを使用して炉心へ注水する。大容量ポンプによる補機冷却機能回復後に、高圧注入系による再循環炉心冷却及び格納容器内自然対流冷却により、海水を最終ヒートシンクとする長期的な崩壊熱除去が可能となる。当該収束シナリオは、恒設代替低圧注水ポンプよる炉心への注水機能等の許容津波高さが 11.4m であることから、11.4m以上の津波高さで機能喪失する。

ハ) 津波高さ区分３（11.4~15.8m 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

津波高さ区分３において新たに追加して発生する

起因事象は、「余熱除去機能喪失」、「水位維持失敗」、「反応度の誤投入」、「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（ＣＶ外)」である。一方、ロ）に記載したとおり、津波高さ 11.4m 以上では、津波高さ区分２において発生する「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」の起因事象に係る収束シナリオの機能は喪失して、炉心損傷が発生する。したがって、区分３で新たに発生する起因事象に対して、影響緩和機能及び収束シナリオの特定は不要である。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さの特定

1)項のとおり、津波高さ 11.4m 以上では、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」の起因事象に係る収束シナリオの機能は喪失する。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さの特定

1)項のとおり、津波高さ 11.4m 以上では、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」の起因事象に係る収束シナリオの機能は喪失する。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

建屋シール高さに該当する津波高さ 11.4m 以上で新たに「余熱除去機能喪失」、「水位維持失敗」、「反応度の誤投入」、「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（ＣＶ外)」の起因事象が発生する。しかし、津波高さが 11.4m に達すると「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」の起因事象に係る収束シナリオの機能は喪失する。（別紙 3.1.4.2.2(1)-22 参照）

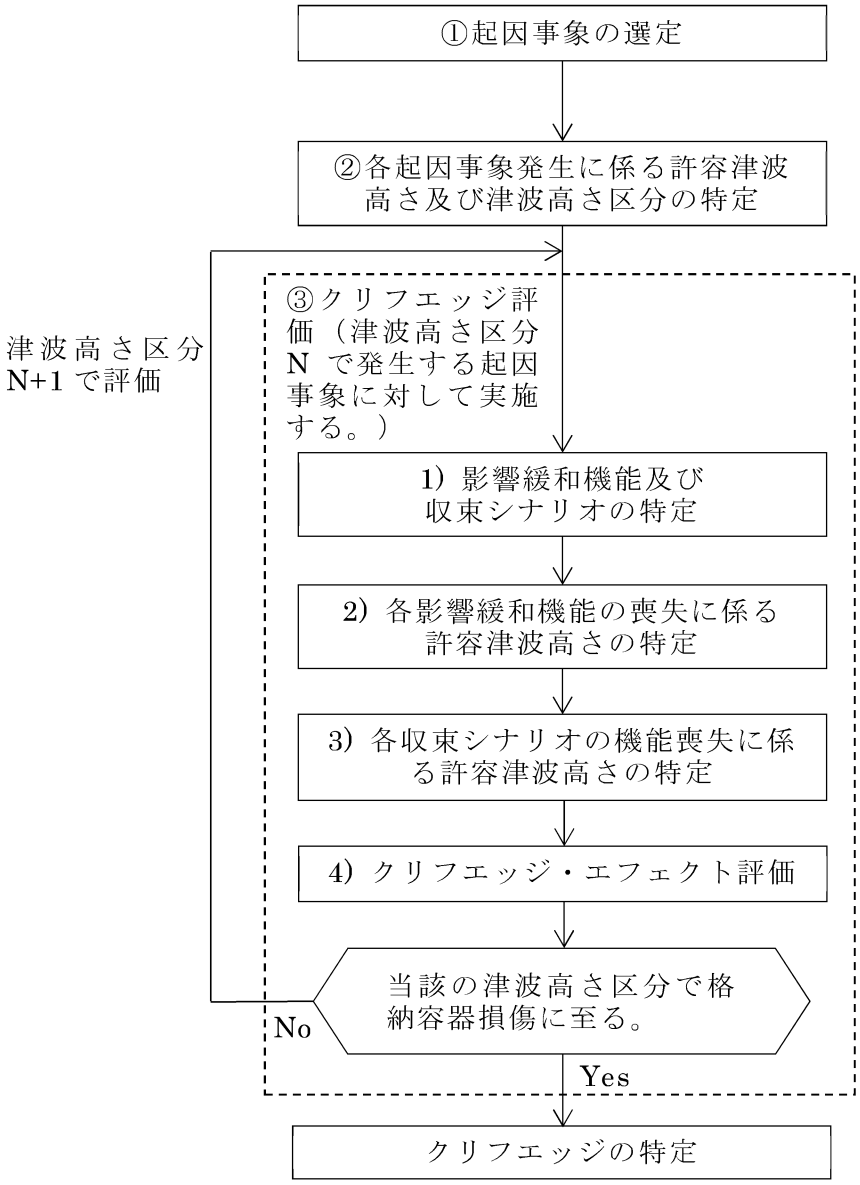
上記のとおり、当該収束シナリオの機能喪失に係る津波高さが 11.4m 以上であることから、津波高さ区分３（11.4~15.8m 未満）に含まれる 11.4m以上で

炉心損傷に至るため、これをクリフエッジとして特定した。

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 3.1.4.2.2.3 図参照）。



第 3.1.4.2.2.3 図　クリフエッジの特定に係るフロー図

（津波：格納容器損傷）

① 起因事象の選定

津波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津波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許容津波高さ及び津波高さ区分の特定

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許容津波高さを、「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津波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津波高さ区分を設定する。

③ クリフエッジ評価

②項にて設定した津波高さ区分の小さい順に、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、次の津波高さ区分を対象とし、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。

評価対象の津波高さ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許容津波高さのうち、最も大きいものがクリフエッジの津波高さとなる。

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

当該の津波高さ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１．５津波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許容津波高さの特定

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許容津波高さを、「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１．５津波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許容津波高さは、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許容津波高さのうち、小さい方となる。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さの特定

2)項にて特定した各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さの結果から、各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さを特定する。具体的には、各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さは、当該収束シナリオに必要な各影響緩和機能の許容津波高さのうち、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許容津波高さが、各クリフエッジ・エフェクトの津波高さとなる。

ⅱ 評価結果

① 起因事象の選定結果

「3.1.4.2.2(1)a.(a)ⅱ① 起因事象の選定結果」と同様に、以下の３事象を選定した。

・外部電源喪失
・原子炉補機冷却海水系の全喪失
・炉心損傷直結（複数の信号系損傷）

② 各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果

「3.1.4.2.2(1)a.(a)ⅱ② 各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果」より、各起因事象を引き起こす設備等とその許容津波高さを第 3.1.4.2.2.5 表のとおり特定し、発生する起因事象に対応する津波高さ区分１～３は同表のとおり決まる。

第 3.1.4.2.2.5 表　各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果

津波高さ区分		各津波高さ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許容津波高さ		備考
－	8.0m 未満	－	－	－	－
区分1	8.0～9.7m 未満	原子炉補機冷却海水系の全喪失	海水ポンプ	8.0m	－
区分2	9.7m～15.8m 未満	外部電源喪失	常用系メタルクラッドスイッチギア	9.7m	－
区分3	15.8m 以上	炉心損傷直結	メタルクラッドスイッチギア	15.8m	建屋内（ＣＶ内を除く）の機器のほとんどが浸水・水没するため、プラントの重要な制御・保護機能が喪失し、炉心損傷直結となる。

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「3.1.4.2.2(1)a.(a)ⅱ③ クリフエッジ評価結果」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）津波高さ区分２（9.7～15.8m 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

津波高さ区分２では、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」、「外部電源喪失」を起因事象として、津波高さ

11.4m 以上で炉心損傷が発生することから、格納容器の機能維持に係る収束シナリオを別紙 3.1.4.2.2(1)-13 のとおり、レベル１．５津波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。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さの特定

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許容津波高さの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さを別紙 3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

炉心損傷後の格納容器の機能喪失に係る許容津波高さについて、別紙 3.1.4.2.2(1)-15 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

起因事象として「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」が発生し、建屋シール高さに該当する津波高さ 11.4m 以上で炉心損傷が発生し、格納容器の機能維持に係る収束シナリオは①のみである。そして、津波高さ 11.4m 以上で収束シナリオ①が機能喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.2(1)-22 参照）

その結果、収束シナリオ①の機能喪失に係る津波高さが 11.4m 以上であることから、津波高さ区分２（9.7~15.8m 未満）に含まれる 11.4m 以上で炉心損傷及び格納容器損傷に至ると評価されるため、これをクリフエッジとして特定した。

なお、収束シナリオ①におけるクリフエッジ・エフ

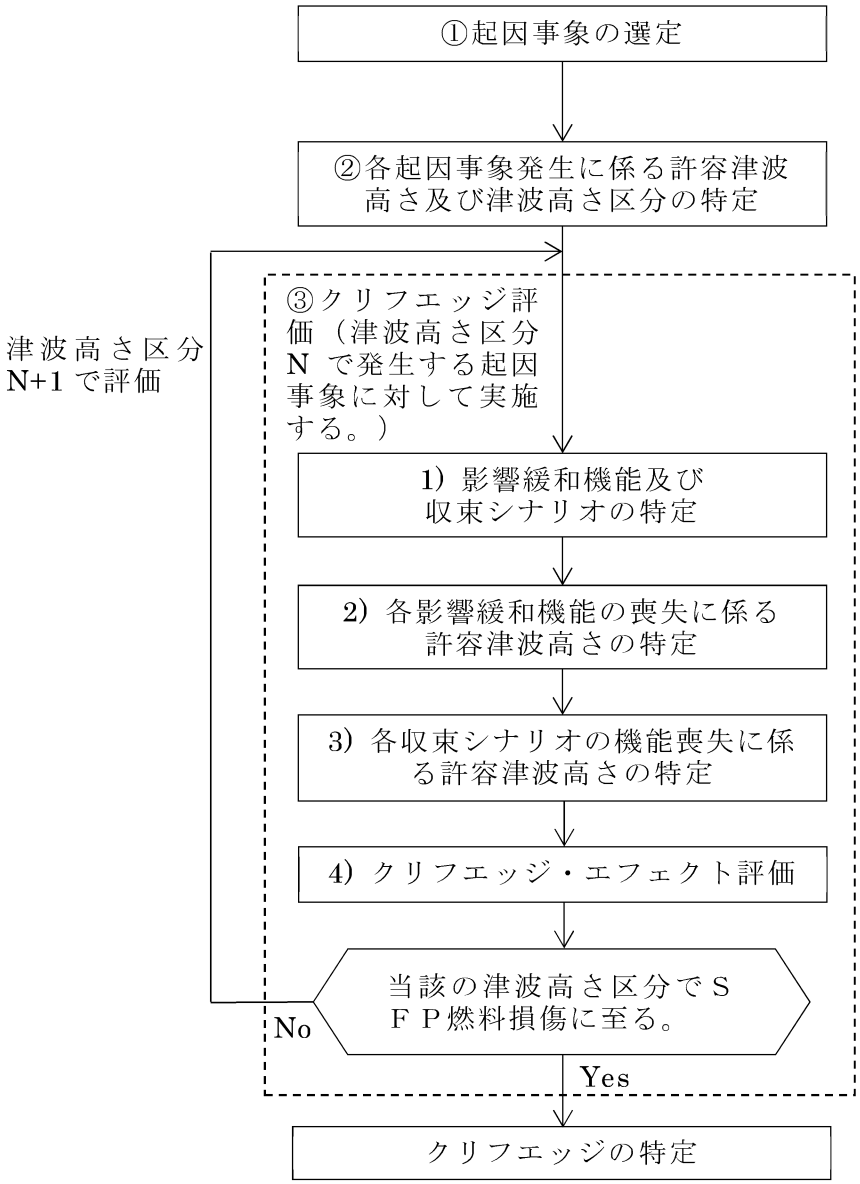
ェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、空冷式非常用発電機から給電し、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、加圧器逃し弁による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により短期的な格納容器内の除熱、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自然対流冷却による長期的な格納容器内の除熱を行う。当該収束シナリオは、恒設代替低圧注水ポンプよる格納容器スプレイ機能等の許容津波高さが **11.4m** であることから、**11.4m** 以上の津波高さで機能喪失する。

c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

i　評価方法

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 3.1.4.2.2.4 図参照）。



第 3.1.4.2.2.4 図　クリフエッジの特定に係るフロー図（津波：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。なお、ＳＦＰ保有水の流出原因として、ＳＦＰの本体損傷等が考えられるものの、津波を起因としてＳＦＰが破損することは考えにくいため、起因事象としては考慮しない。

② 各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定

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許容津波高さを特定する。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する津波高さ区分を設定する。

③ クリフエッジ評価

②項にて設定した津波高さ区分の小さい順に、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、次の津波高さ区分を対象とし、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。

評価対象の津波高さ区分において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許容津波高さのうち、最も大きいものがクリフエッジの津波高さとなる。

1) 影響緩和機能及び収束シナリオの特定

当該の津波高さ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許容津波高さの特定

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許容津波高さを特定する。具体的には、影響緩和機能の機能喪失に係る許容津波高さは、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許容津波高さのうち、小さい方となる。

3) 各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さの特定

2)項にて特定した各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さの結果から、各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さを特定する。具体的には、各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さは、当該収束シナリオに必要な各影響緩和機能の許容津波高さのうち、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許容津波高さが、各クリフエッジ・エフェクトの津波高さとなる。

ⅱ 評価結果

① 起因事象の選定結果

津波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３事象を選定した。

・原子炉補機冷却海水系の全喪失

・ＳＦＰ冷却機能喪失

・外部電源喪失

② 各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果

各起因事象を引き起こす設備等とその許容津波高さを第3.1.4.2.2.6表のとおり特定した。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する津波高さ区分１、２は同表のとおり決まる。

第 3.1.4.2.2.6 表　各起因事象発生に係る許容津波高さ及び津波高さ区分の特定結果

津波高さ区分		各津波高さ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許容津波高さ		備考
－	8.0m 未満	－	－	－	－
区分1	8.0~9.7m 未満	原子炉補機冷却海水系の全喪失（ＳＦＰ冷却機能喪失）	海水ポンプ	8.0m	「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の発生に伴いＳＦＰ熱交換器への給水が停止、従属的に「ＳＦＰ冷却機能喪失」が発生する。
区分2	9.7m 以上	外部電源喪失	常用系メタルクラッドスイッチギア	9.7m	－

③ クリフエッジ評価結果

イ）津波高さ区分１（8.0~9.7m 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

津波高さ区分１で発生する起因事象である「原子炉補機冷却海水系の全喪失」、「ＳＦＰ冷却機能喪失」について、別紙 3.1.4.2.2(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、ＳＦＰ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（ＳＦＰ燃料損傷）とした。

ここで、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」に対して、「ＳＦＰ冷却機能喪失」が従属的に発生する場合であ

っても、原子炉補機冷却水を必要としない緩和機能に期待できれば、燃料を安定、継続的に冷却することができるため、別紙 3.1.4.2.2(1)-16 に示すとおり「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の緩和機能に対し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許容津波高さの特定

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許容津波高さの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さを別紙 3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の収束シナリオ①、②の機能喪失に係る許容津波高さについて、別紙 3.1.4.2.2(1)-18 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

津波高さ 8.0m 以上で「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の起因事象が発生し、その収束シナリオは①、②の 2 種類となる。そして、建屋シール高さに該当する津波高さ 11.4m 以上で収束シナリオ①の機能が喪失し、津波高さ 23m 以上で収束シナリオ②の機能が喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.2(1)-22 参照）

その結果、収束シナリオ②の機能喪失に係る津波高さが 9.7m 以上であることから、津波高さ区分１（8.0~9.7m 未満）でＳＦＰ燃料損傷に至ることはない。

よって、次の津波高さ区分２（9.7m 以上）に対して評価を実施した。

なお、各収束シナリオにおけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、燃料取替用水ピットの保有水を燃料取替用水ポンプによりＳＦＰへ補給するシナリオである。当該収束シナリオは、燃料取替用水ポンプによる注水機能の許容津波高さが 11.4m であることから、11.4m 以上の津波高さで機能喪失する。

収束シナリオ②は、送水車によるＳＦＰへの海水注水である。当該シナリオは、送水車によるＳＦＰ注水（海水）機能の許容津波高さが 23m であることから、23m 以上の津波高さで機能喪失する。

ロ）津波高さ区分２（9.7m 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

津波高さ区分２において新たに追加して発生する起因事象である「外部電源喪失」について、別紙 3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

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許容津波高さの評価結果を用いて、各影響緩和機能の喪失に係る許容津波高さを別紙 3.1.4.2.2(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許容津波高さの特定

「外部電源喪失」の収束シナリオ①の機能喪失に係る許容津波高さについて、別紙 3.1.4.2.2(1)-21 のとおり特定した。

4) クリフエッジ・エフェクト評価

津波高さ9.7m以上で「外部電源喪失」の起因事象が新たに発生し、その収束シナリオは①のみである。そして、津波高さ 23.0m 以上で収束シナリオ①が機能喪失することで、全ての収束シナリオが機能喪失することとなる。（別紙 3.1.4.2.2(1)-22 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「3.1.4.2.2(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津波高さ 11.4m 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送水車による海水注水の実施が困難になることが予想される。したがって、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津波高さ 11.4m と特定した。

なお、収束シナリオ①におけるクリフエッジ・エフェクト評価の詳細を以下に示す。

収束シナリオ①は、送水車によるＳＦＰへの海水注水である。当該シナリオは、送水車によるＳＦＰ注水（海水）機能の許容津波高さが 23m であることから、23m 以上の津波高さで機能喪失する。

(2) 遡上解析による検証

クリフエッジ高さの津波を想定した遡上解析を行うことで、発電所敷地内における津波の流況を評価し、プラントに及ぼす影響について確認を行った。なお、「(1) 津波単独の評価」の結果、起因事象を引き起こす設備のうち、最も許容津波高さが低いものが海水ポンプであることを踏まえて、敷地への遡上経路の入口にあたり、基準津波の評価地点でもある３，４号機海水ポンプ室前での津波高さをクリフエッジ津波高さとして評価した。

a. 炉心損傷、格納容器損傷及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

(a) 遡上解析で考慮する津波の設定

発電所敷地内における津波の遡上状況を分析するため、津波高さがクリフエッジ津波高さである E.L.＋11.4m（建屋シール高さに該当）となる仮想的な津波を入力条件として設定した。

津波の波源は基準津波と同じ、若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり（エリアＢ）の重畳とし、発電所に到来する津波高さが３，４号機海水ポンプ室前で E.L.＋11.4m となるように基準津波の波形を比例倍して、遡上解析で考慮する津波を設定した。

津波の計算は非線形長波理論に基づき、平面二次元の差分法を用いて数値シミュレーションを行った。数値シミュレーションの計算条件を第 3.1.4.2.2.7 表、計算格子分割を第 3.1.4.2.2.5 図に示す。また、遡上解析で想定する入力津波の時刻歴波形を第 3.1.4.2.2.6 図に示す。

(b) 敷地周辺の遡上・浸水域の評価結果

遡上解析結果のうち、第 3.1.4.2.2.7 図に最高水位分布を、第 3.1.4.2.2.8 図に最大浸水深分布を、第 3.1.4.2.2.9 図に３，４号機建屋周辺で遡上波の高さが最大となる時刻付近の流速ベクトル分布を示す。

遡上波の最高水位は、３，４号機建屋周辺において約 E.L.＋13.3m となった。

(c) クリフエッジシナリオへの影響の評価

津波に対する安全裕度評価の結果においては、一様に広がる津波が水密扉及び貫通部止水処置等の施工高さである E.L.＋11.4m 以下である場合には、クリフエッジシナリオを収束させるための建屋内機器のタービン動補助給水ポンプや電気盤が浸水・水没することなく、炉心損傷や格納容器損傷を防止できることを確認している。

しかし、遡上解析の結果、３，４号機建屋周辺での遡上津波の高さは約 E.L.＋13.3m であることから、クリフエッジ津波高さを上回ってしまい、炉心損傷や格納容器損傷を回避できなくなる可能性がある。

よって、３，４号機建屋周辺で遡上波の高さが E.L.＋11.4m となるような遡上津波を再設定し、その遡上津波における３，４号機海水ポンプ室前での津波高さを求めるとともに、当該津波がプラントに及ぼす影響について再評価を行う。

(d) 遡上解析で考慮する津波の再設定

津波の波源は基準津波と同じ、若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり（エリアＢ）の重畳とし、発電所に到来する津波高さが３，４号機建屋周辺で E.L.＋11.4m となるように基準津波の波形を比例倍して、遡上解析で考慮する津波を設定した。

津波の計算は非線形長波理論に基づき、平面二次元の差分法を用いて数値シミュレーションを行った。数値シミュレーションの計算条件及び計算格子分割は(a)項の条件と同一とする。また、遡上解析で想定する入力津波の時刻歴波形を第 3.1.4.2.2.10 図に示す。

(e) 敷地周辺の遡上・浸水域の再評価結果

遡上解析結果のうち、第 3.1.4.2.2.11 図に最高水位分布を、

第 3.1.4.2.2.12 図に最大浸水深分布を、第 3.1.4.2.2.13 図に３，４号機建屋周辺で遡上波の高さが最大となる時刻付近の流速ベクトル分布を示す。

３，４号機海水ポンプ室前における遡上津波の高さは約 E.L.＋9.9m となった。

(f) 遡上を考慮したクリフエッジ津波高さ

上記における遡上解析の結果、３，４号機海水ポンプ室前で E.L.＋11.4m の津波が発電所に到来した場合、津波が遡上することで３，４号機建屋周辺での最大津波高さは E.L.＋13.3m となり、クリフエッジ津波高さである E.L.+11.4m（建屋シール高さに該当）を超えることとなる。３，４号機建屋周辺で E.L.＋11.4m の高さとなる遡上津波は、海水ポンプ室前での津波高さは E.L.＋9.9m であることから、遡上を踏まえたクリフエッジ津波高さを E.L.+9.9m とする。

(g) クリフエッジシナリオへの影響の再評価

① 建屋内機器への影響

建屋内機器への影響確認として、建屋浸水対策への影響及び漂流物による影響について評価を行った。

a) 建屋浸水対策への影響

第 3.1.4.2.2.8 表に、主な設備等における遡上波の高さを示す。解析条件の通り、３，４号機建屋周辺での遡上波の高さは E.L.＋11.4m であるが、水密扉は E.L.＋15.0m、貫通部止水処置は E.L.+20.0m の静水圧に耐えられる設計であることから、遡上波による水密扉及び貫通部止水処置の建屋浸水対策への影響はない。

b) 漂流物による影響

第 3.1.4.2.2.8 表に示した遡上波の流速は、３，４号機建屋周辺で最大約 5.0m/s である。また、前述のように、３，４号機建屋周辺の遡上波の高さは最大で約 E.L.＋11.4m である。発電所構外及び構内において漂流物とな

る可能性が否定できないものについては、津波の流向及び地形、緊急退避の実効性並びに発電所構内の構築物の配置等を考慮した結果、漂流物による建屋内機器への影響はない。

② 屋外機器への影響

一方、クリフエッジシナリオを収束させるための機器は屋外にも設置されていることから、屋外機器に対する遡上波の影響について評価を行った。結果については、第3.1.4.2.2.12図のとおり、クリフエッジシナリオを収束させるための屋外機器が浸水の影響を受けないエリアに設置又は保管されていることから、影響はない。

なお、「3.1.4.2.2(1) 津波の単独評価」における「3.1.4.2.2.(1)a.(a)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.2.(1)a.(b)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.2.(1)b. ⅱ 評価結果」及び「3.1.4.2.2.(1)c.ⅱ 評価結果」を踏まえて整理した防護すべき屋外機器（第3.1.4.2.2.15図）のうち、エリアfに保管されている「燃料油貯蔵タンク」は津波遡上の影響を受ける。ただし、これらのタンクは地下に埋設し密閉されているため、津波遡上により損傷せず、津波が敷地内から引いた後に使用可能である。

「3.1.4.2.2津波」及び「3.1.4.2.3 地震と津波の重畳事象」並びに「3.1.4.3.1 余裕時間に関する評価」における随伴事象の影響検討は、これらの評価結果を基に行う。

③ アクセスルート復旧開始時間への影響

アクセスルート復旧作業は事象発生直後から開始するが、そのうち津波冠水部については津波が敷地内から引いた後に復旧作業を開始する。第 3.1.4.2.2.14 図のとおり、津波冠水部となる取水場所及びアクセスルートの最低敷地高さ(E.L.+8.0m)での津波水位は、事象発生から約2時間後においてほぼ地表面高さに戻っている。したがって、「3.1.4.3.1

余裕時間に関する評価」の炉心損傷及び格納容器損傷防止評価においては、津波冠水部のアクセスルート復旧作業を実施しない時間を、この考察を踏まえて設定する。

第 3.1.4.2.2.7 表　数値シミュレーションの主な計算条件

項目	計算条件
計算時間間隔	0.1 秒
計算領域	大飯発電所周辺（南北約 49.5km、東西約 88.2km）
格子分割サイズ	150m→50m→25m→12.5m→6.25m
基礎方程式	非線形長波理論式及び連続式（後藤・小川（1982)）
境界条件	沖側境界：自由透過の条件（後藤・小川（1982)） 陸側境界：完全反射条件（敷地外） 遡上条件（敷地内）
潮位条件	E.L.+0.49m（朔望平均満潮位）
海底摩擦係数	マニングの粗度係数 n=0.030$m^{-1/3}$・s（土木学会（2016)）
水平渦動粘性係数	0.0m^2/s
地殻変動量	考慮しない
計算時間	地震発生後 3 時間まで

基礎方程式：非線形長波理論式及び連続式（後藤・小川（1982)）

$$\frac{\partial \eta}{\partial t}+\frac{\partial M}{\partial x}+\frac{\partial N}{\partial y}=0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{M^2}{D}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{MN}{D}\right)+gD\frac{\partial \eta}{\partial x}-K_h\left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 M}{\partial y^2}\right)+\frac{gn^2}{D^{7/3}}M\sqrt{M^2+N^2}=0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{MN}{D}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{N^2}{D}\right)+gD\frac{\partial \eta}{\partial y}-K_h\left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 N}{\partial y^2}\right)+\frac{gn^2}{D^{7/3}}N\sqrt{M^2+N^2}=0$$

ここに、t：時間、x、y：平面座標、

η：静水面から鉛直上方にとった水位変動量、

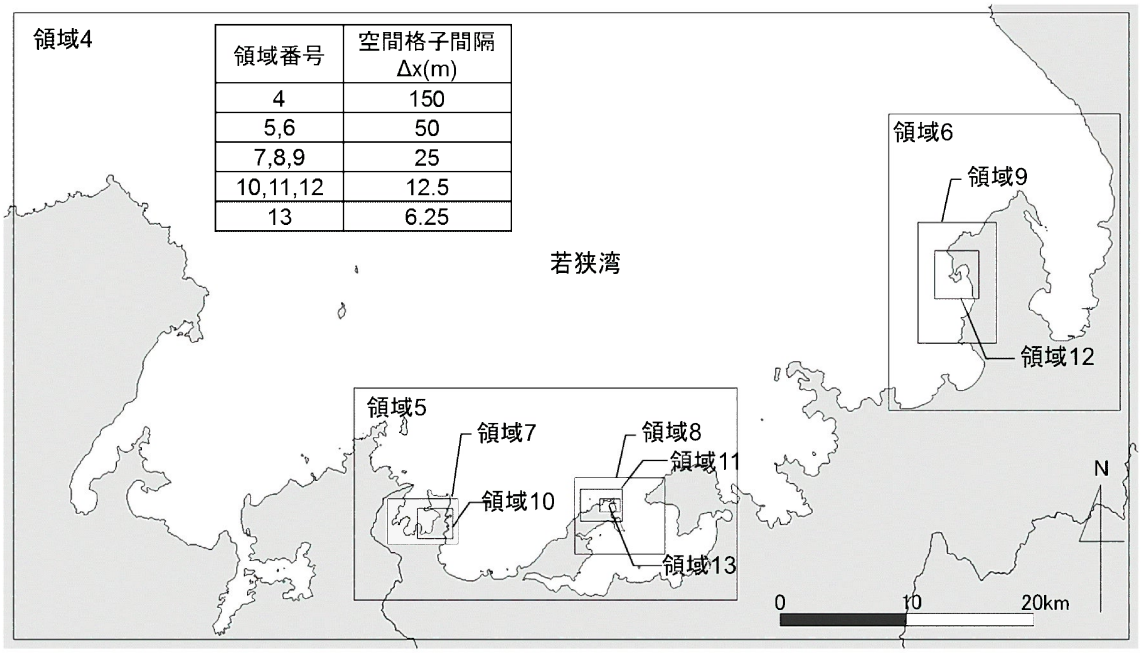
M：x 方向の線流量、N：y 方向の線流量、h：静水深、

D：全水深(D=h+η)、g：重力加速度、

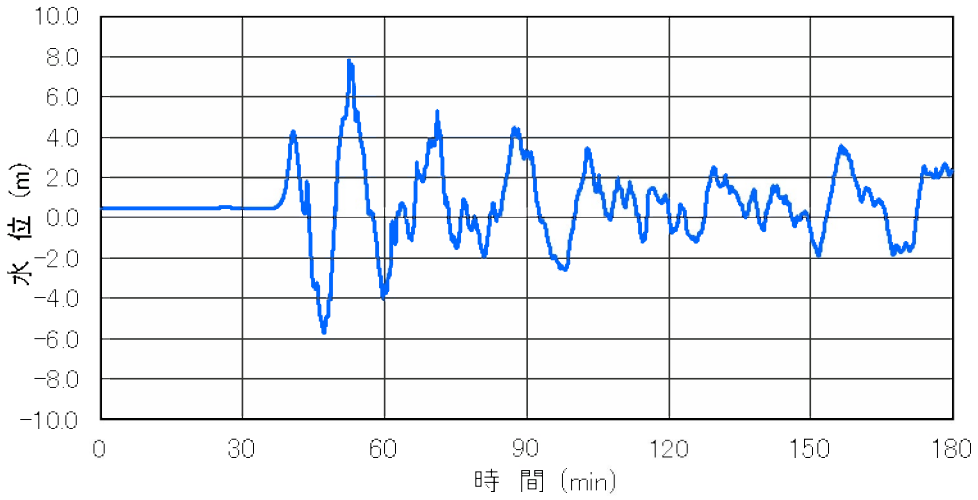
Kh：水平渦動粘性係数、n：マニングの粗度係数

第 3.1.4.2.2.8 表　主要な設備等における遡上波の高さ及び流速

評価位置	遡上波の高さ(E.L.m)	遡上波の流速(m/s)
3，4 号機海水ポンプ室前	9.9	—
3，4 号機建屋周辺	11.4	5.0



第 3.1.4.2.2.5 図　数値シミュレーションの計算格子分割

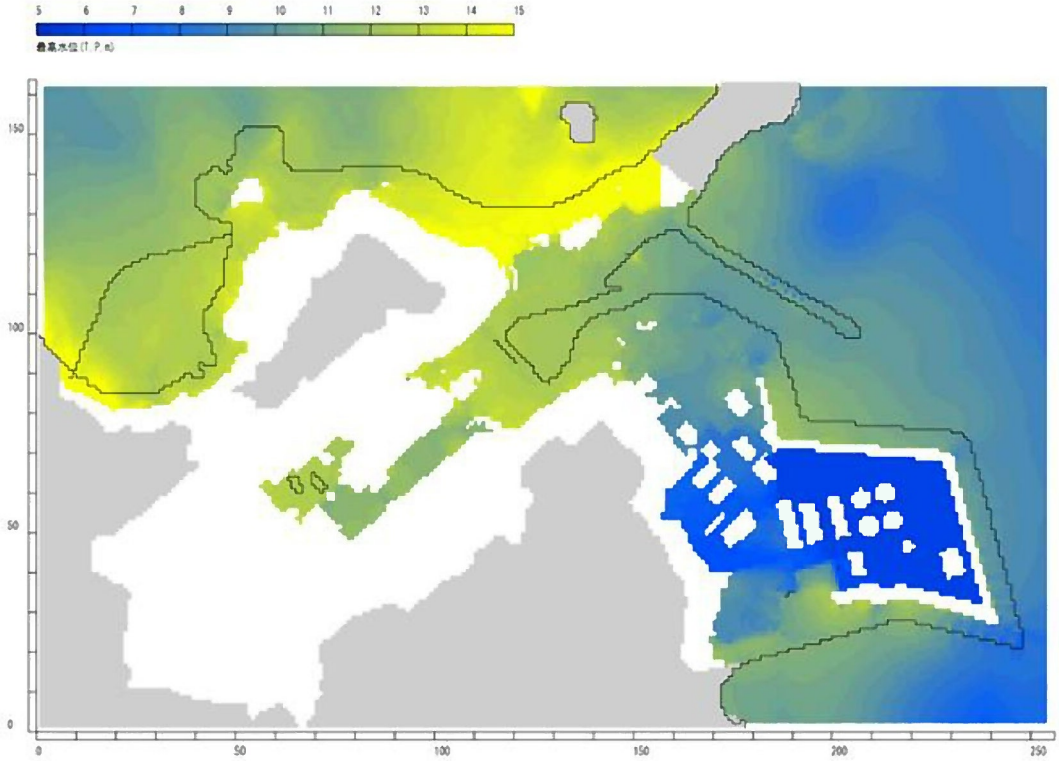


第 3.1.4.2.2.6 図　遡上解析で想定する入力津波の時刻歴波形

（鋸崎から約 1km 離れた海域（水深 40m 地点））

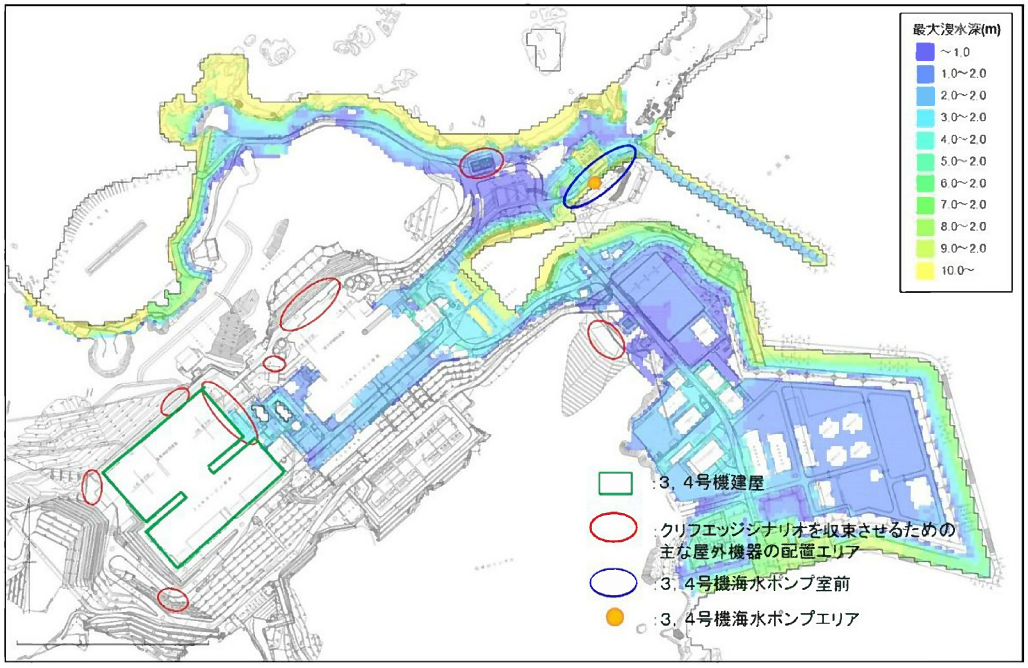
（３，４号機海水ポンプ室前潮位：E.L.11.4m）

（初期潮位：E.L.＋0.49m）



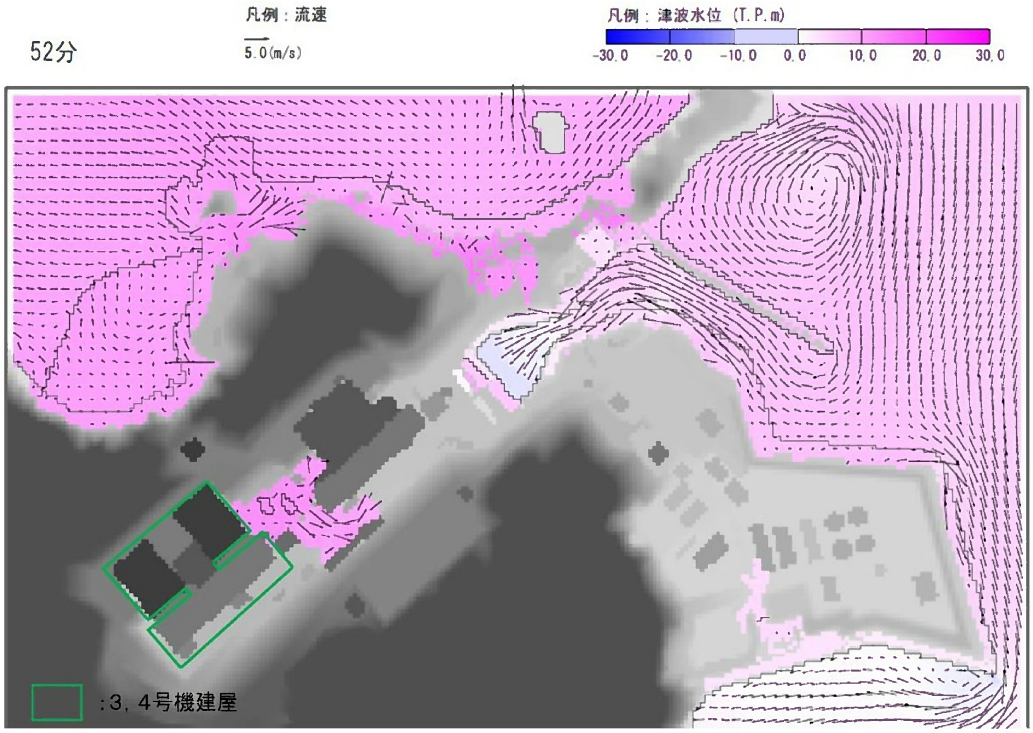
第 3.1.4.2.2.7 図　最高水位分布

（３，４号機海水ポンプ室前潮位：E.L.+11.4m）



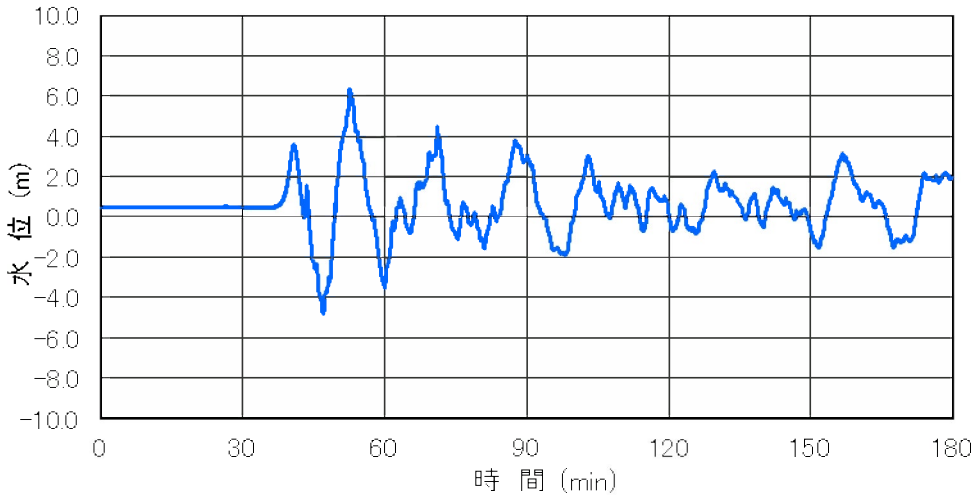
第 3.1.4.2.2.8 図　最大浸水深分布

（３，４号機海水ポンプ室前潮位：E.L.+11.4m）



第 3.1.4.2.2.9 図　流速ベクトル分布

（３，４号機海水ポンプ室前潮位：E.L.+11.4m）

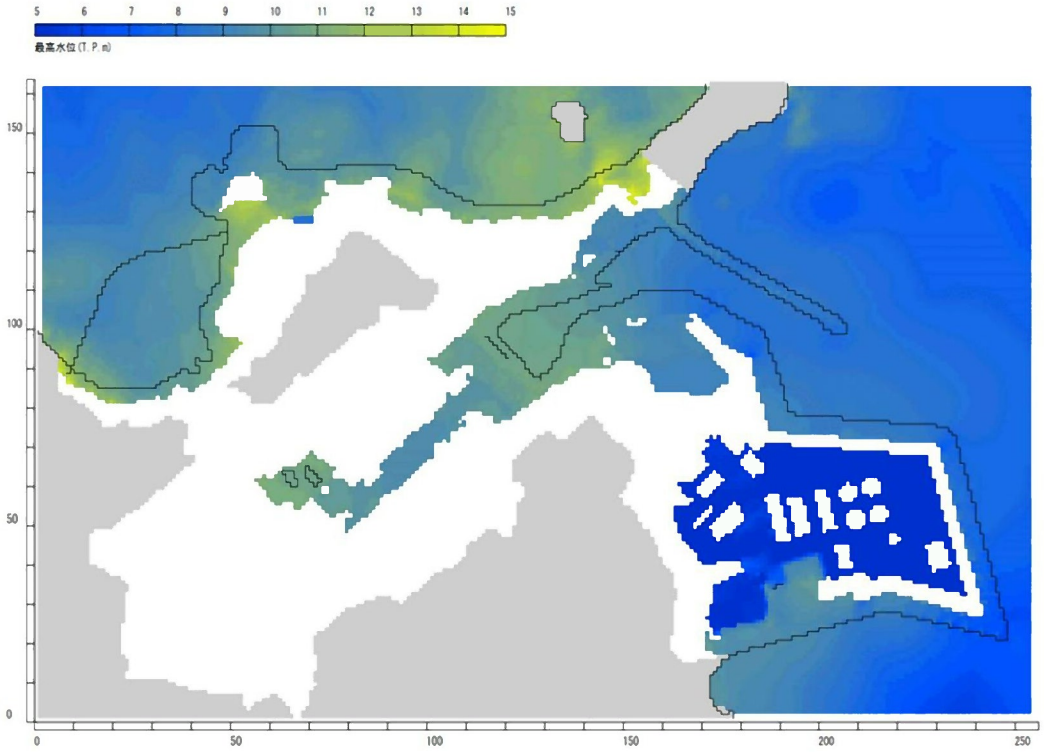


第 3.1.4.2.2.10 図　遡上解析で想定する入力津波の時刻歴波形

（鋸崎から約 1km 離れた海域（水深 40m 地点））

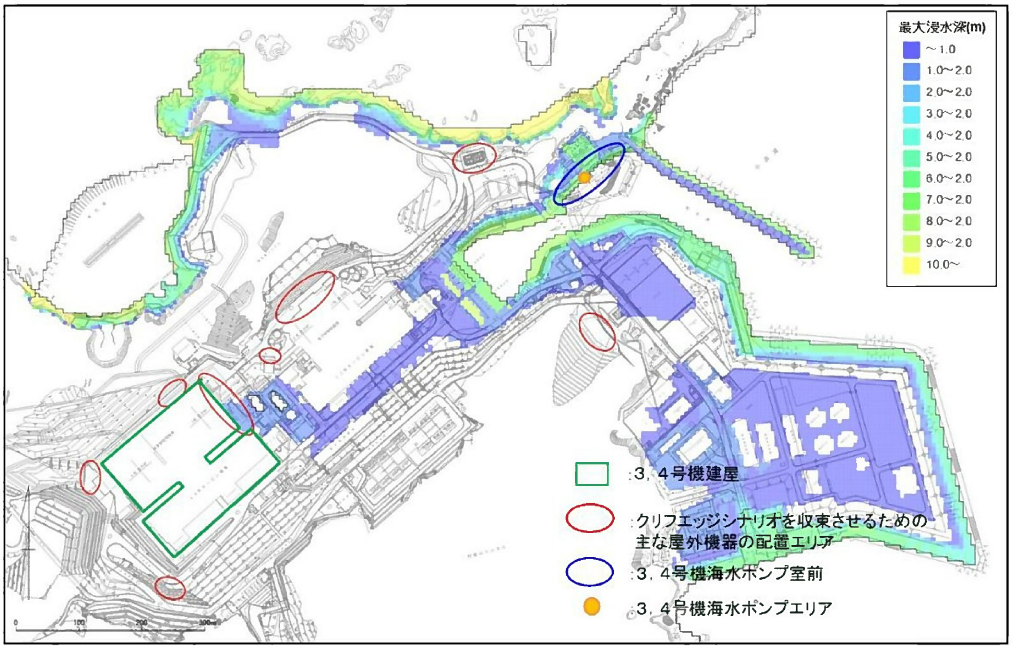
（３，４号機海水ポンプ室前潮位：E.L.+9.9m）

（初期潮位：E.L.＋0.49m）



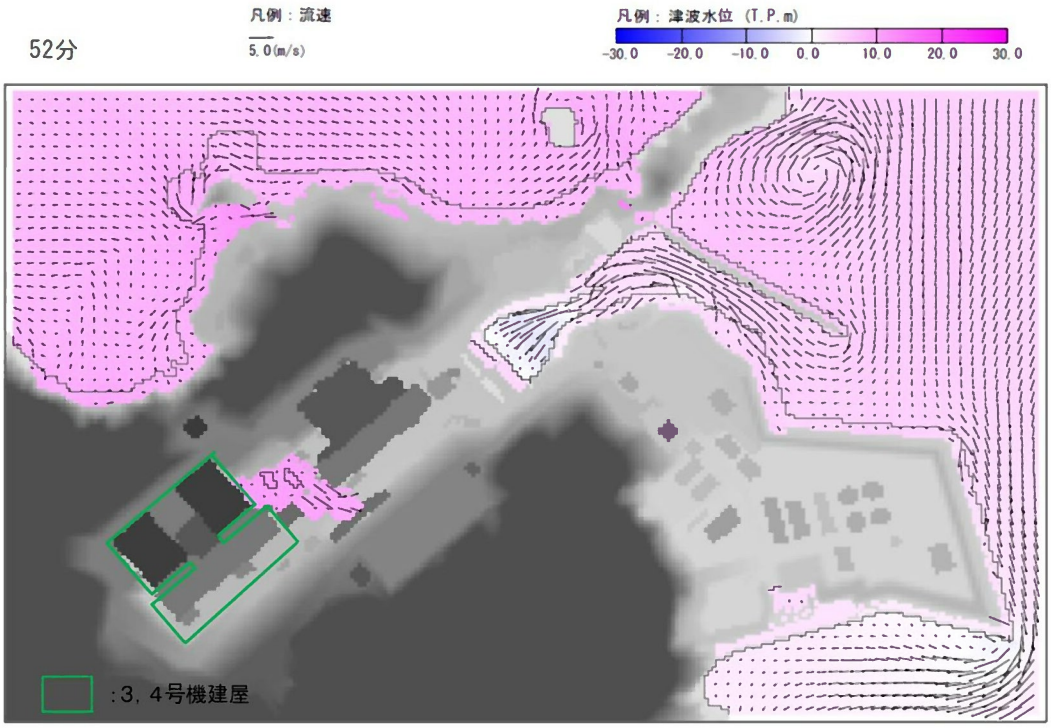
第 3.1.4.2.2.11 図　最高水位分布

（３，４号機海水ポンプ室前潮位：E.L.+9.9m）



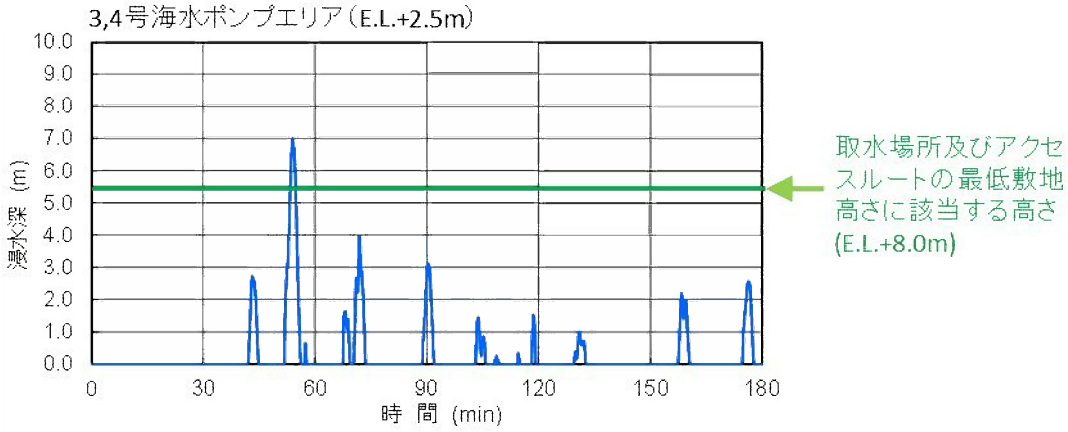
第 3.1.4.2.2.12 図　最大浸水深分布

（３，４号機海水ポンプ室前潮位：E.L.+9.9m）



第 3.1.4.2.2.13 図　流速ベクトル分布

（３，４号機海水ポンプ室前潮位：E.L.+9.9m）



第 3.1.4.2.2.14 図　３，４号機海水ポンプエリア(E.L.+2.5m)の津波水位変化

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.2.2.15 図　防護すべき設備等の配置場所

(3) クリフエッジ津波高さの決定

a. 炉心損傷、格納容器損傷及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

「(1) 津波単独の評価」では、水面が平らである仮想的な津波でクリフエッジ津波高さを評価した。その結果、炉心損傷、格納容器損傷及び使用済燃料ピットの燃料損傷のクリフエッジ津波高さは、建屋シール高さである 11.4m と特定された。

「(2) 遡上解析による検証」では、上記の評価結果に対して遡上の影響を確認し、起因事象を引き起こす設備のうち最も許容津波高さが低いものが海水ポンプであることを踏まえて、敷地への遡上経路の入口にあたり、基準津波の評価地点でもある３，４号機海水ポンプ室前での津波高さをクリフエッジ津波高さとして評価した。その結果、炉心損傷、格納容器損傷及び使用済燃料ピットの燃料損傷のクリフエッジ津波高さは、9.9m と特定された。

以上より、「(1) 津波単独の評価」でのクリフエッジ津波高さ 11.4m よりも「(2) 遡上解析による検証」でのクリフエッジ津波高さ 9.9m の方が低くなることを踏まえて、炉心損傷、格納容器損傷及び使用済燃料ピットの燃料損傷のクリフエッジ津波高さは、9.9m とする。

(4) 津波単独の評価に対する随伴事象の影響

a. 津波随伴外部火災

(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

津波随伴外部火災については、２０１７年５月２４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２０１７年８月２５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、津波随伴の観点で火災源を選定する。

次に、「3.1.4.2.2(1) 津波単独の評価」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) 津波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、仮に津波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については、その性質上、津波起因で起こらないと考えられる。したがって、森林火災及び航空機墜落による火災については火災源として選定しない。

一方、大飯発電所構内に存在する危険物タンクについては、クリフエッジ津波高さ以下に設置されているものは遡上した津波により損傷し、内包する油が流出する可

能性があるため、火災源として選定することとする。ただし、地下に埋設されたタンクについては津波により損傷しないため、火災源としては選定しない。

また、発電所港湾内に入港する船舶についても、津波により損傷し、内包する油が流出する可能性があるため、火災源として選定することとする。

上記より発電所敷地内（屋外）の火災源については、具体的には以下のものを選定した。

［発電所敷地内に存在する危険物タンクと燃料保有量］

・海生物焼却炉燃料タンク（重油、30kℓ）

［発電所港湾内に入港する船舶］

・発電所港湾内に入港する大型輸送船（重油、560kℓ）

1-2) 防護すべき設備等の選定

「3.1.4.2.2(1) 津波単独の評価」における、「3.1.4.2.2(1)a.(a)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.2(1)a.(b)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.2(1)b.ⅱ 評価結果」及び「3.1.4.2.2(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まとめると、別紙 3.1.4.2.2(3)a-1 のとおり整理された。

2) 評価結果

1-1)項で特定された外部火災源が遡上した津波により損傷し、内包する油が流出した場合、火災の発生箇所を特定することは難しいため、津波評価での「3.1.4.2.2(2) 遡上解析による検証」で特定される津波の遡上域において火災が発生することとした場合の、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した。

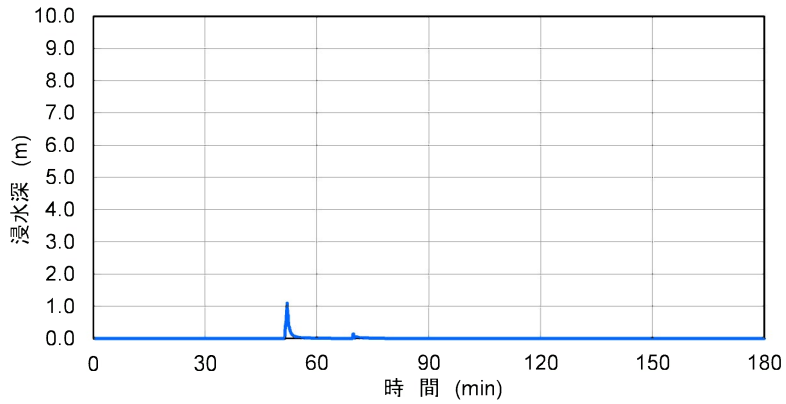
屋外の防護すべき設備等については、保管場所の敷地高さが津波遡上高さに比べて十分に高い、３、４号機背面及び１、２号機背面に保管されている設備を使用することで、

別紙 3.1.4.2.2(3)a-1 に示す必要数量を確保可能である。

また、屋内の防護すべき設備等が設置されている建屋については、津波評価での「3.1.4.2.2(2) 遡上解析による検証」を踏まえると、第 3.1.4.2.2.16 図に示す通り建屋が津波遡上波により浸水している時間は、約 90 分程度であること、また油が流出した場合には油膜が薄く拡がり長時間燃焼することは考えにくいことを踏まえ、仮に最長で約 90 分程度燃焼が建屋近傍で継続したとしても、津波遡上範囲における建屋は、耐火性のある鉄筋コンクリート造であるため、建屋の健全性は確保できる。

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ポンプ車、泡原液搬送車、小型動力ポンプ付水槽車は、第 3.1.4.2.2.17 図で示す配置図の通り、保管場所の敷地高さが津波遡上高さに比べて十分に高い、３，４号機背面及び１、２号機背面に保管されおり、また「大飯発電所　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。



第 3.1.4.2.2.16 図　３，４号機建屋周辺エリアの津波水位変化

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.2.2.17 図　防護すべき設備等の配置場所

参考資料－４に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：出力運転時炉心損傷（区分１））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

			フロントライン系										
			影響緩和機能	原子炉停止	補助給水による蒸気発生器への給水（電動またはタービン動）		RCPシールLOCA	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	恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水	大容量ポンプによる補機冷却	高圧注入による再循環炉心冷却（海水冷却）	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（海水冷却）
					電動	タービン動							
			設備	－	3A電動補助給水ポンプ	3タービン動補助給水ポンプ	－	タービン動補助給水ポンプ起動盤	3号機 代替所内電気設備分電盤	3AM用代替再循環ライン第1電動弁	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	3B高圧注入ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁
サポート系	影響緩和機能	設備		－	11.4m	11.4m	－	11.4m	17.1m	11.4m	11.4m	11.4m	11.4m
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	15.8m		○	○		○	関連するサポート系なし	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	15.8m		○	○		○		○	○	○	○
	125V DC電源	充電器盤	15.8m		○	○						○	
	115V AC電源	計装用分電盤	15.8m		○	○		○		○	○	○	○
	バッテリー	3号機 A蓄電池	15.8m										
	空冷式非常用発電装置	タンクローリー	14m							○			
	大容量ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	11.4m									●	●
	再循環切替	対象無し	対象無し									○	
	RWSP	3充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側補給弁A	11.4m							●			
	電動補助給水ポンプ室換気系	電動補助給水ポンプ室温度計	11.4m		●								
影響緩和機能の許容津波高さ				－	11.4m	11.4m	－	11.4m	17.1m	11.4m	11.4m	11.4m	11.4m

○：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、各緩和機能のうち最も許容津波高さ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（津波：出力運転時炉心損傷（区分１））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

参考資料－４に記載する。

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

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

参考資料－４に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：出力運転時炉心損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

			フロントライン系											
			影響緩和機能	原子炉停止	補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）	RCPシールLOCA	空冷式非常用発電装置からの給電	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	恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水	大容量ポンプによる補機冷却	高圧注入による再循環炉心冷却（海水冷却）	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	－	3タービン動補助給水ポンプ	－	タンクローリー	タービン動補助給水ポンプ起動盤	3号機 代替所内電気設備分電盤	3AM用代替再循環ライン第1電動弁	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	3B高圧注入ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁
サポート系	影響緩和機能	設備		－	11.4m	－	14m	11.4m	17.1m	11.4m	11.4m	11.4m	11.4m
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	15.8m		○		○	○	関連するサポート系なし	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	15.8m		○			○		○	○	○	○
	125V DC電源	充電器盤	15.8m		○		○					○	
	115V AC電源	計装用分電盤	15.8m		○		○	○		○	○	○	○
	バッテリー	3号機 A蓄電池	15.8m		○		○						
	空冷式非常用発電装置	タンクローリー	14m							○			
	大容量ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	11.4m									●	●
	再循環切替	対象無し	対象無し									○	
	RWSP	3充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側補給弁A	11.4m							●			
影響緩和機能の許容津波高さ				－	11.4m	－	14m	11.4m	17.1m	11.4m	11.4m	11.4m	11.4m

○：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、各緩和機能のうち最も許容津波高さ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（津波：出力運転時炉心損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

参考資料－４に記載する。

収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さ及びクリフエッジ評価（津波：出力運転時炉心損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

参考資料－４に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：運転停止時炉心損傷（区分１））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

				フロントライン系			
			影響緩和機能	恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水	大容量ポンプによる補機冷却	高圧注入による再循環炉心冷却（海水冷却）	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	3AM用代替再循環ライン第1電動弁	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	3B高圧注入ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁
サポート系	影響緩和機能	設備		11.4m	11.4m	11.4m	11.4m
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	15.8m	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	15.8m	○	○	○	○
	125V DC電源	充電器盤	15.8m			○	
	115V AC電源	計装用分電盤	15.8m	○	○	○	○
	バッテリー	3号機 A蓄電池	15.8m				
	空冷式非常用発電装置	タンクローリー	14m	○			
	大容量ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	11.4m			●	●
	再循環切替	対象無し	対象無し			○	
	RWSP	3充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側補給弁A	11.4m	●			
影響緩和系の許容津波高さ				11.4m	11.4m	11.4m	11.4m

○：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、各緩和機能のうち最も許容津波高さ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（津波：運転停止時炉心損傷（区分１））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

参考資料－４に記載する。

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

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

参考資料－４に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：運転停止時炉心損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

			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	恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水	大容量ポンプによる補機冷却	高圧注入による再循環炉心冷却（海水冷却）	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	タンクローリー	3AM用代替再循環ライン第1電動弁	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	3B高圧注入ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁
サポート系	影響緩和機能	設備		14m	11.4m	11.4m	11.4m	11.4m
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	15.8m	○	○	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	15.8m		○	○	○	○
	125V DC電源	充電器盤	15.8m	○			○	
	115V AC電源	計装用分電盤	15.8m	○	○	○	○	○
	バッテリー	3号機 A蓄電池	15.8m	○				
	空冷式非常用発電装置	タンクローリー	14m		○			
	大容量ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	11.4m				●	●
	再循環切替	対象無し	対象無し				○	
	RWSP	3充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側補給弁A	11.4m		●			
影響緩和機能の許容津波高さ				14m	11.4m	11.4m	11.4m	11.4m

○：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、各緩和機能のうち最も許容津波高さ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（津波：運転停止時炉心損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

参考資料－４に記載する。

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

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

参考資料－４に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：出力運転時格納容器損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失（中高圧事象）

			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	加圧器逃し弁（窒素ボンベ）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	可搬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	タンクローリー	3制御棒監視盤室冷却ユニット冷水入口格納容器隔離弁	3号機 原子炉格納容器水素燃焼装置分電盤	ソレノイド分電盤	3AM用代替再循環ライン第1電動弁	3AM用代替再循環ライン第1電動弁	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁
サポート系	影響緩和機能	設備		14m	17.1m	17.1m	15.8m	11.4m	11.4m	11.4m
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	15.8m	○	●	●	●	○	○	○
	440V AC電源	パワーセンタ	15.8m		●	●	●	○	○	○
	125V DC電源	充電器盤	15.8m				●		○	○
	115V AC電源	計装用分電盤	15.8m	○	●	●	●	○	○	○
	空冷式非常用発電装置	タンクローリー	14m					○		
	大容量ポンプ	3A・C原子炉補機冷却水供給母管連絡弁	11.4m							●
	RWSP	3充てんポンプ入口燃料取替用水ピット側補給弁A	11.4m					●		
	中央制御室非常用循環系（被ばく低減）	ソレノイド分電盤	15.8m						○	○
	アニュラス空気浄化系	ソレノイド分電盤	15.8m						○	○
影響緩和機能の許容津波高さ				14m	15.8m	15.8m	15.8m	11.4m	11.4m	11.4m

○：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、各緩和機能のうち最も許容津波高さ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（津波：出力運転時格納容器損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失（中高圧事象）

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さ及びクリフエッジ評価

（津波：出力運転時格納容器損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失（中高圧事象）

参考資料－４に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：ＳＦＰ燃料損傷（区分１））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

			フロントライン系		
			影響緩和系	燃料取替用水ポンプ による注水	送水車による SFP注水(海水)
			設備	3A高圧注入ポンプ燃料 取替用水ピット側入口弁	軽油ドラム缶
サポート系	影響緩和機能	設備		11.4m	23m
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	15.8m	○	関連するサポート系なし
	440V AC電源	パワーセンタ	15.8m	○	
	115V AC電源	計装用分電盤	15.8m	○	
影響緩和機能の許容津波高さ				11.4m	23m

フロントライン系とサポート系の関連表（津波：ＳＦＰ燃料損傷（区分１））
起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さ及びクリフエッジ評価（津波：ＳＦＰ燃料損傷（区分１））
起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失

参考資料－４に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：ＳＦＰ燃料損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

			フロントライン系	
			影響緩和機能	送水車による SFP注水(海水)
			設備	軽油ドラム缶
サポート系	影響緩和機能	設備		23m
	関連するサポート系なし			
影響緩和機能の許容津波高さ				23m

フロントライン系とサポート系の関連表（津波：ＳＦＰ燃料損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの機能喪失に係る許容津波高さ及びクリフエッジ評価（津波：ＳＦＰ燃料損傷（区分２））

起因事象：原子炉補機冷却海水系の全喪失及び外部電源喪失

評価対象	津波高さ区分	イベントツリーの起因事象	クリフエッジ・エフェクトを引き起こす津波高さ	クリフエッジ・エフェクト	各クリフエッジ・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 （8.0～9.7m未満）	原子炉補機冷却海水系の全喪失	8.0m	原子炉補機冷却海水系の全喪失	海水ポンプ	—	①、②	2	
			11.4m	補助給水系による蒸気発生器への給水（電動またはタービン動）機能等の喪失	建屋シール	①、②	—	0	
	区分2 （9.7～15.8m未満）	原子炉補機冷却海水系の全喪失 外部電源喪失	9.7m	外部電源喪失	常用系メタルクラッドスイッチギア	—	①、②	2	
			11.4m	補助給水系による蒸気発生器への給水（タービン動）機能等の喪失	建屋シール	①、②	—	0	クリフエッジ
運転停止時炉心損傷	区分1 （8.0 ～9.7m未満）	原子炉補機冷却海水系の全喪失	8.0m	原子炉補機冷却海水系の全喪失	海水ポンプ	—	①	1	
			11.4m	恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水機能等の喪失	建屋シール	①	—	0	
	区分2 （9.7～11.4m未満）	原子炉補機冷却海水系の全喪失 外部電源喪失	9.7m	外部電源喪失	常用系メタルクラッドスイッチギア	—	①	1	
			11.4m	恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水機能等の喪失	建屋シール	①	—	0	
	区分3 （11.4～15.8m未満）	原子炉補機冷却海水系の全喪失 外部電源喪失 余熱除去機能喪失 水位維持失敗 反応度の誤投入 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（CV外）	11.4m	余熱除去機能喪失 水位維持失敗 反応度の誤投入 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失（CV外）	建屋シール	—	—	—	クリフエッジ （新たに発生する起因事象は、収束シナリオの特定不要。）
格納容器損傷	区分1 （8.0～9.7m未満）	原子炉補機冷却海水系の全喪失	—	—	—	—	—	—	
	区分2 （9.7～15.8m未満）	原子炉補機冷却海水系の全喪失 外部電源喪失	11.4m	炉心損傷	建屋シール	—	—	—	クリフエッジ
				恒設代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ機能等の喪失					
SFP燃料損傷	区分1 （8.0～9.7m未満）	原子炉補機冷却海水系の全喪失 （SFP冷却機能喪失）	8.0m	原子炉補機冷却海水系の全喪失 （SFP冷却機能喪失）	海水ポンプ	—	①、②	2	
			11.4m	燃料取替用水ポンプによる注水機能の喪失	建屋シール	①	②	1	
			23.0m	送水車による海水注水機能の喪失	軽油ドラム缶	②	—	0	
	区分2 （9.7m以上）	原子炉補機冷却海水系の全喪失 （SFP冷却機能喪失） 外部電源喪失	9.7m	外部電源喪失	常用系メタルクラッドスイッチギア	—	①	1	
			23.0m	送水車による海水注水機能の喪失	軽油ドラム缶	①	—	0	クリフエッジの津波高さは格納容器損傷と同じ11.4m

津波におけるクリフエッジ・エフェクト評価

	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 (9.9m※)	停止時 炉心損傷防止 (9.9m※)	出力時 CV損傷防止 (9.9m※)	SFP損傷防止 (9.9m※)
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	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置(2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	—
	・送水車及びホース類(1式)	○ 取水ポンプによる復水ピットへの水源補給	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	○ 送水車によるSFP注水(海水)
	・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) ・仮設組立式水槽(1台)	—	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	—
	・大容量ポンプ(1台)	○ 大容量ポンプによる補機冷却	○ 大容量ポンプによる補機冷却	○ 大容量ポンプによる補機冷却	
	・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) ・燃料油貯蔵タンク(非常用所内電源、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) ・重油タンク(非常用所内電源、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)	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ 燃料補給	—
	・軽油ドラム缶(送水車用)	○ 燃料補給	—	○ 燃料補給	○ 燃料補給

※:遡上を考慮したクリフエッジ津波高さ
＜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（外部火災による影響確認）

3.1.4.2.3 地震と津波の重畳事象

地震に伴い発生する津波を考えた場合、その地震と津波の大きさにはある程度の相関性があるものと考えられるが、それを定量的に示すには現段階でデータや知見等が十分ではなく、相関性を適切に考慮することは困難である。そのため、本評価においては、ＨＣＬＰＦと許容津波高さのパラメータは、相互に独立のものとして扱い、両パラメータの全ての組合せを考慮することとする。本方法による評価は、地震と津波に対しあらゆる大きさの組合せを考慮しており、相関性を考慮した場合に比べ、安全側の評価となる。

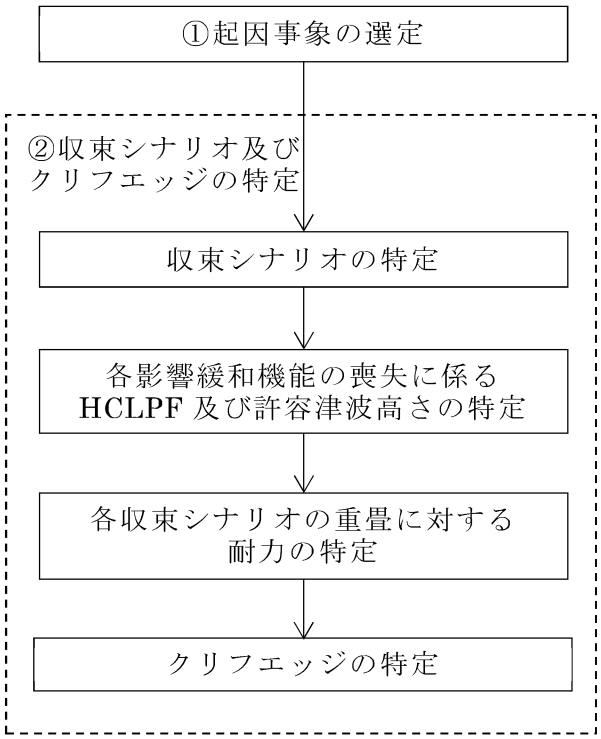
(1) 地震と津波の重畳事象の評価

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 3.1.4.2.3.1 図参照）。



第 3.1.4.2.3.1 図　クリフエッジの特定に係るフロー図
（地震と津波の重畳事象）

① 起因事象の選定

「3.1.4.2.1(1)a.(a) 出力運転時」及び「3.1.4.2.2(1)a.(a) 出力運転時」において実施した評価結果に基づき特定されたクリフエッジとしての地震加速度及び津波高さまでの範囲で、発生する各起因事象を選定する。具体的には、地震又は津波により引き起こされる起因事象に対する収束シナリオに対して、地震及び津波の影響を評価する。

また、選定された各起因事象発生や各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦ又は許容津波高さについては、「3.1.4.2.1(1)a.(a) 出力運転時」又は「3.1.4.2.2(1)a.(a) 出力運転時」において評価した結果を用いる。

② 収束シナリオ及びクリフエッジの特定

①項にて選定した各起因事象について、「3.1.4.2.1(1)a.(a) 出力運転時」又は「3.1.4.2.2(1)a.(a) 出力運転時」の検討において特定されている収束シナリオを対象に、各収束シナリオを成立させるための各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦと許容津波高さのそれぞれの最小値を求め、それらの最小値の組合せを、当該収束シナリオに対する、地震及び津波への耐力として求める。その上で、全ての収束シナリオから、最も耐力を有するシナリオを抽出し、そのシナリオの耐力を地震と津波の重畳によるクリフエッジとして特定する。

ⅱ 評価結果

① 起因事象の選定結果

「3.1.4.2.1(1)a.(a) 出力運転時」ならびに「3.1.4.2.2(1)a.(a) 出力運転時」の検討結果から、考慮すべき起因事象として、地震側の起因事象である「主給水流量喪失」、「外部電源喪失」、「主給水管破断」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）」、「主蒸気管破断（主蒸気

隔離弁下流)」、「ＣＶ機能喪失直結」、「大破断ＬＯＣＡ」及び津波側の起因事象である「原子炉補機冷却海水系の全喪失」、「外部電源喪失」を対象とした。

② 収束シナリオ及びクリフエッジの特定結果

（ⅰ）地震による起因事象をベースとした評価

①項の各起因事象について、「3.1.4.2.1(1)a.(a) ⅱ ③ クリフエッジ評価結果」で述べたように、「主給水流量喪失」と「外部電源喪失」は「外部電源喪失」に、「主給水管破断」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流)」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流)」は「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流)」にまとめて評価をすることができる。そのため、本評価においては「外部電源喪失」と「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流)」のイベントツリーを用いて、既に特定されている収束シナリオを対象に評価を行った。具体的には、別紙 3.1.4.2.1(1)-1 及び別紙 3.1.4.2.1(1)-4 で示した各起因事象に対するイベントツリーで示される全ての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、ＨＣＬＰＦ及び許容津波高さの組合せの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙 3.1.4.2.3(1)-1 参照)。

なお、「ＣＶ機能喪失直結」と「大破断ＬＯＣＡ」について、これらのうち「ＣＶ機能喪失直結」は影響緩和機能に期待せず直接炉心損傷に至るとみなすこと、また、その他の起因事象が同時に発生していることから、「ＣＶ機能喪失直結」のＨＣＬＰＦである 1.26G 以上で、地震加速度に関わらず炉心損傷に至ると評価した。

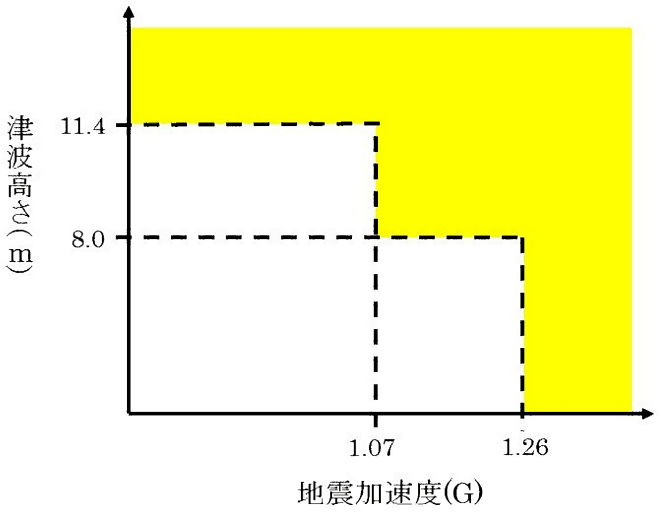
（ⅱ）津波による起因事象をベースとした評価

①項の各起因事象について、地震との重畳を考慮するにあたっては、「外部電源喪失」の発生を想定するこ

とから、本評価においては、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」のイベントツリーを用いて、既に特定されている収束シナリオを対象に評価を行った。具体的には、別紙 3.1.4.2.2(1)-4 で示した起因事象に対するイベントツリーで示される全ての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、ＨＣＬＰＦ及び許容津波高さの組合せの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙 3.1.4.2.3(1)-2 参照）。

（ⅰ）項、（ⅱ）項の評価結果から、地震加速度 1.26G 以上、津波高さ 11.4m 以上及び地震加速度 1.07G 以上と津波高さ 8.0m 以上が重畳する領域では、炉心にある燃料の重大な損傷を回避する手段がなくなるため、その境界線がクリフエッジとして特定された（第 3.1.4.2.3.2 図参照）。

なお、1.07G 及び 1.26G という値は原子炉周辺建屋（主蒸気管室）及び原子炉周辺建屋（インナーコンクリート）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) 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又は設計応答値及び設計耐力値の使用方法」で述べたように、1.07G の地震加速度と 8.0m の津波高さの重畳及び 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。



第 3.1.4.2.3.2 図　地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果
（出力運転時炉心）

(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、以下の評価を実施する（第 3.1.4.2.3.1 図参照）。

① 起因事象の選定

「3.1.4.2.1(1)a.(b) 運転停止時」及び「3.1.4.2.2(1)a.(b) 運転停止時」において実施した評価結果に基づき特定されたクリフエッジとしての地震加速度及び津波高さまでの範囲で、発生する各起因事象を選定する。具体的には、地震又は津波により引き起こされる起因事象に対する収束シナリオに対して、地震及び津波の影響を評価する。

また、選定された各起因事象発生や各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦ又は許容津波高さについては、「3.1.4.2.1(1)a.(b) 運転停止時」又は「3.1.4.2.2(1)a.(b) 運転停止時」において評価した結果を用いる。

② 収束シナリオ及びクリフエッジの特定

①項にて選定した各起因事象について、「3.1.4.2.1(1)a.(b) 運転停止時」又は「3.1.4.2.2(1)a.(b) 運転停止時」の検討において特定されている収束シナリオを対象に、各収束シナリオを成立させるための各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦと許容津波高さのそれぞれの最小値を求め、それらの最小値の組合せを、当該収束シナリオに対する、地震及び津波への耐力として求める。その上で、全ての収束シナリオから、最も耐力を有するシナリオを抽出し、そのシナリオの耐力を地震と津波の重畳によるクリフエッジとして特定する。

ⅱ 評価結果

① 起因事象の選定結果

「3.1.4.2.1(1)a.(b) 運転停止時」ならびに

「3.1.4.2.2(1)a.(b) 運転停止時」の検討結果から、考慮すべき起因事象として、地震側の起因事象である「外部電源喪失」、「ＣＶ機能喪失直結」及び津波側の起因事象である「原子炉補機冷却海水系の全喪失」、「外部電源喪失」を対象とした。

② 収束シナリオ及びクリフエッジの特定結果

（ｉ）地震による起因事象をベースとした評価

①項の各起因事象について、「外部電源喪失」のイベントツリーを用いて、既に特定されている収束シナリオを対象に評価を行った。具体的には、別紙 3.1.4.2.1(1)-7 で示した起因事象に対するイベントツリーで示される全ての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、ＨＣＬＰＦ及び許容津波高さの組合せの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙 3.1.4.2.3(1)-3 参照）。

なお、「ＣＶ機能喪失直結」は影響緩和機能に期待せず直接炉心損傷に至るとみなすことから、「ＣＶ機能喪失直結」のＨＣＬＰＦである 1.26G 以上で、地震加速度に関わらず炉心損傷に至ると評価した。

（ⅱ）津波による起因事象をベースとした評価

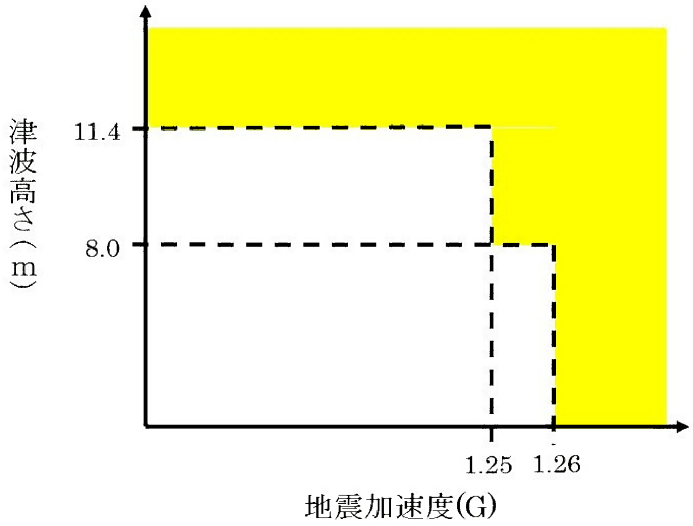
①項の各起因事象について、地震との重畳を考慮するにあたっては、「外部電源喪失」の発生を想定することから、本評価においては、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」のイベントツリーを用いて、既に特定されている収束シナリオを対象に評価を行った。具体的には、別紙 3.1.4.2.2(1)-10 で示した起因事象に対するイベントツリーで示される全ての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、ＨＣＬＰＦ及び許容津波高さの組合せの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙

3.1.4.2.3(1)-4 参照)。

なお、津波高さ 11.4m 以上では、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」の起因事象に係る収束シナリオの機能は喪失して、炉心損傷が発生する、よって、津波高さ 11.4m 以上で地震加速度に関わらず炉心損傷に至ると評価した。

この評価結果から、地震加速度 1.26G 以上、津波高さ 11.4m 以上及び地震加速度 1.25G 以上と津波高さ 8.0m 以上が重畳する領域では、炉心にある燃料の重大な損傷を回避する手段がなくなるため、その境界線がクリフエッジとして特定された（第 3.1.4.2.3.3 図参照)。

なお、1.25G 及び 1.26G という値は恒設代替低圧注水ポンプ及び原子炉周辺建屋（インナーコンクリート)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) 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又は設計応答値及び設計耐力値の使用方法」で述べたように、1.25G の地震加速度と 8m の津波高さの重畳及び 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。



第 3.1.4.2.3.3 図　地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果
（運転停止時炉心）

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 3.1.4.2.3.1 図参照）。

① 起因事象の選定

「3.1.4.2.1(1)b. 格納容器損傷防止対策」及び「3.1.4.2.2(1)b. 格納容器損傷防止対策」において実施した評価結果に基づき特定されたクリフエッジとしての地震加速度及び津波高さまでの範囲で、発生する各起因事象を選定する。具体的には、地震又は津波により引き起こされる起因事象に対する収束シナリオに対して、地震及び津波の影響を評価する。

また、選定された各起因事象発生や各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦ又は許容津波高さについては、「3.1.4.2.1(1)b. 格納容器損傷防止対策」又は「3.1.4.2.2(1)b. 格納容器損傷防止対策」において評価した結果を用いる。

② 収束シナリオ及びクリフエッジの特定

①項にて選定した各起因事象について、「3.1.4.2.1(1)b. 格納容器損傷防止対策」又は「3.1.4.2.2(1)b. 格納容器損傷防止対策」の検討において特定されている収束シナリオを対象に、各収束シナリオを成立させるための各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦと許容津波高さのそれぞれの最小値を求め、それらの最小値の組合せを、当該収束シナリオに対する、地震及び津波への耐力として求める。その上で、全ての収束シナリオから、最も耐力を有するシナリオを抽出し、そのシナリオの耐力を地震と津波の重畳によるクリフエッジとして特定する。

ⅱ 評価結果

① 起因事象の選定結果

「3.1.4.2.1(1)b. 格納容器損傷防止対策」ならびに「3.1.4.2.2(1)b. 格納容器損傷防止対策」の検討結果から、考慮すべき起因事象として、地震側の起因事象である「主給水流量喪失」、「外部電源喪失」、「主給水管破断」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）」、「ＣＶ機能喪失直結」、「大破断ＬＯＣＡ」及び津波側の起因事象である「原子炉補機冷却海水系の全喪失」、「外部電源喪失」を対象とした。

② 収束シナリオ及びクリフエッジの特定結果

（ⅰ）地震による起因事象をベースとした評価

①項の各起因事象について、「3.1.4.2.1(1)b.ⅱ③ クリフエッジ評価結果」で述べたように、「主給水流量喪失」、「外部電源喪失」、「主給水管破断」、「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁上流）」及び「主蒸気管破断（主蒸気隔離弁下流）」が発生する地震加速度区分では炉心損傷に至らないことから、本評価においては「ＣＶ機能喪失直結」及び「大破断ＬＯＣＡ」を対象に評価を行った。これらのうち「ＣＶ機能喪失直結」は影響緩和機能に期待せず直接格納容器損傷に至るとみなすこと、また、その他の起因事象が同時に発生していることから、「ＣＶ機能喪失直結」のＨＣＬＰＦである 1.26G 以上で、津波高さに関わらず格納容器損傷に至ると評価した。

（ⅱ）津波による起因事象をベースとした評価

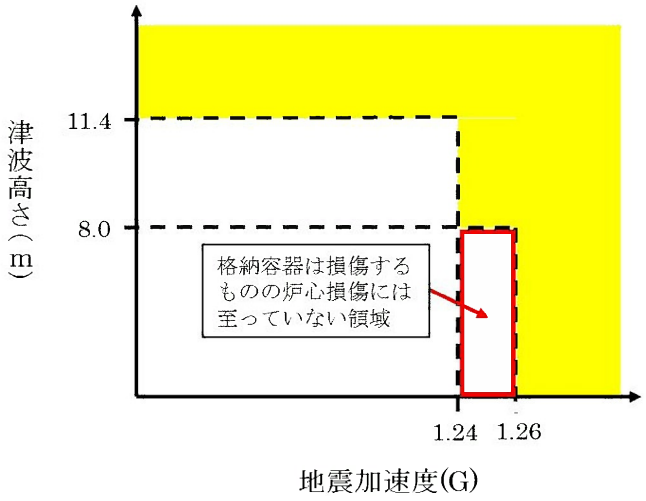
①項の各起因事象について、「3.1.4.2.2(1)b.ⅱ③ クリフエッジ評価結果」で述べたように、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」が発生する津波高さ区分では炉心損傷に至らないことから、本評価においては「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」のイベントツリーを用いて、既に特定されている収束シナリオを対象に評価を行った。具体的には、別紙 3.1.4.2.2(1)-13 のイベ

ントツリーで示されるすべての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、ＨＣＬＰＦ及び許容津波高さの組合せの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙 3.1.4.2.3.(1)-5 参照）。

この評価結果から、地震加速度 1.24G 以上及び津波高さ 11.4m 以上の領域では、格納容器の重大な損傷を回避する手段がなくなることとなる。

ここで、「3.1.4.2.3(1)a.(a)ⅱ 評価結果」の通り、炉心損傷（出力運転時）のクリフエッジは地震加速度 1.26G、津波高さ 11.4 及び地震加速度 1.07G と津波高さ 8.0m の重畳となるが、当該クリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さ未満の領域では炉心損傷に至らないため、格納容器が損傷したとしても放射性物質が環境中に放出されることはない。よって、格納容器損傷のクリフエッジとしては、地震加速度 1.26G、津波高さ 11.4m 及び地震加速度 1.24G と津波高さ 8.0m の重畳と特定された。（第 3.1.4.2.3.4 図参照）。

なお、1.24G 及び 1.26G という値は格納容器貫通部及び原子炉周辺建屋（インナーコンクリート）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) 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又は設計応答値及び設計耐力値の使用方法」で述べたように、1.24G の地震加速度と 8.0m の津波の重畳及び 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。



第 3.1.4.2.3.4 図　地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果（格納容器損傷）

c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

ⅰ 評価方法

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 3.1.4.2.3.1 図参照）。

① 起因事象の選定

「3.1.4.2.1(1)c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策」及び「3.1.4.2.2(1)c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策」において実施した評価結果に基づき特定されたクリフエッジとしての地震加速度及び津波高さまでの範囲で、発生する各起因事象を選定する。具体的には、地震又は津波により引き起こされる起因事象に対する収束シナリオに対して、地震及び津波の影響を評価する。

また、選定された各起因事象発生や各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦ又は許容津波高さについては、「3.1.4.2.1(1)c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策」又は「3.1.4.2.2(1)c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策」において評価した結果を用いる。

② 収束シナリオ及びクリフエッジの特定

①項にて選定した各起因事象について、「3.1.4.2.1(1)c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策」又は「3.1.4.2.2(1)c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策」の検討において特定されている収束シナリオを対象に、各収束シナリオを成立させるための各影響緩和機能の喪失に係るＨＣＬＰＦと許容津波高さのそれぞれの最小値を求め、それらの最小値の組合せを、当該収束シナリオに対する、地震及び津波への耐力として求める。その上で、全ての収束シナリオから、最も耐力を有するシナリオを抽出し、そのシナリオの耐力を地震と津波の重畳によるクリフエッジとして特定する。

ⅱ 評価結果

① 起因事象の選定結果

「3.1.4.2.1(1)c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策」ならびに「3.1.4.2.2(1)c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策」の検討結果から、考慮すべき起因事象として、地震側の起因事象である「外部電源喪失」、「ＳＦＰ燃料損傷直結」及び津波側の起因事象である「原子炉補機冷却海水系の全喪失」、「外部電源喪失」を対象とした。

② 収束シナリオ及びクリフエッジの特定結果

（ⅰ）地震による起因事象をベースとした評価

①項の各起因事象について、「外部電源喪失」のイベントツリーを用いて、既に特定されている収束シナリオを対象に評価を行った。具体的には、別紙 3.1.4.2.1(1)-10 で示した起因事象に対するイベントツリーで示される全ての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、ＨＣＬＰＦ及び許容津波高さの組合せの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙 3.1.4.2.3(1)-6 参照）。

なお、「ＳＦＰ燃料損傷直結」については、影響緩和機能に期待せず直接燃料の重大な損傷に至るとみなすことから、「ＳＦＰ燃料損傷直結」のＨＣＬＰＦである 1.26G 以上で、津波高さに関わらずＳＦＰ燃料損傷に至ると評価した。

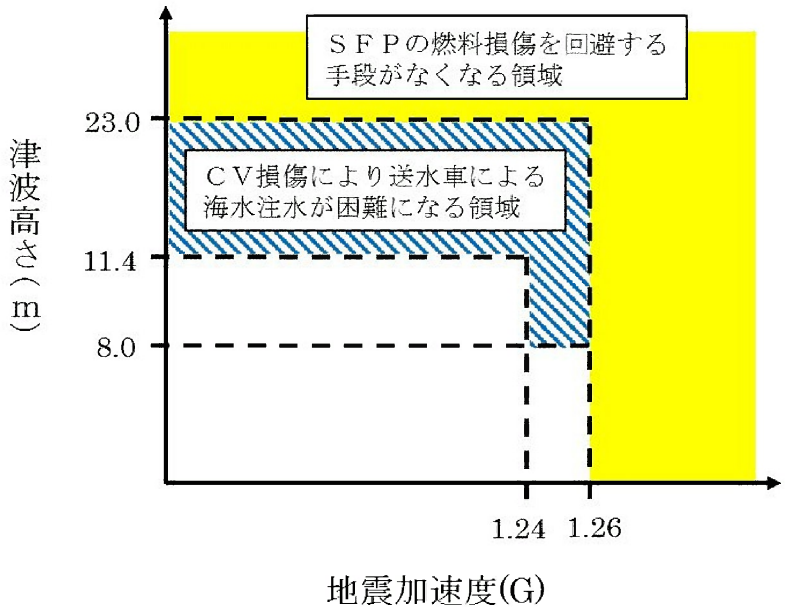
（ⅱ）津波による起因事象をベースとした評価

①項の各起因事象について、地震との重畳を考慮するにあたっては、「外部電源喪失」の発生を想定することから、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」及び「外部電源喪失」のイベントツリーを用いて、既に特定されている収束シナリオを対象に評価を行った。具体的には、別紙 3.1.4.2.1(1)-19 のイベントツリーで示される全ての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、ＨＣＬ

ＰＦ及び許容津波高さの組合せの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙 3.1.4.2.3(1)-7 参照）。

この評価結果から、地震加速度が 1.26G 以上又は津波高さが 23.0m 以上の領域では、ＳＦＰにある燃料の重大な損傷を回避する手段がなくなる。

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「3.1.4.2.3(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、津波高さ 11.4m 又は地震加速度 1.24G と津波高さ 8.0m の重畳を超える場合には、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送水車による海水注水の実施が困難になることが予想される。したがって、使用済燃料ピットの燃料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、津波高さ 11.4m 又は地震加速度 1.24G と津波高さ 9.9m の重畳と特定した（第 3.1.4.2.3.5 図参照）。



第 3.1.4.2.3.5 図　地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果
（ＳＦＰ燃料損傷）

(2) 遡上を考慮したクリフエッジの決定

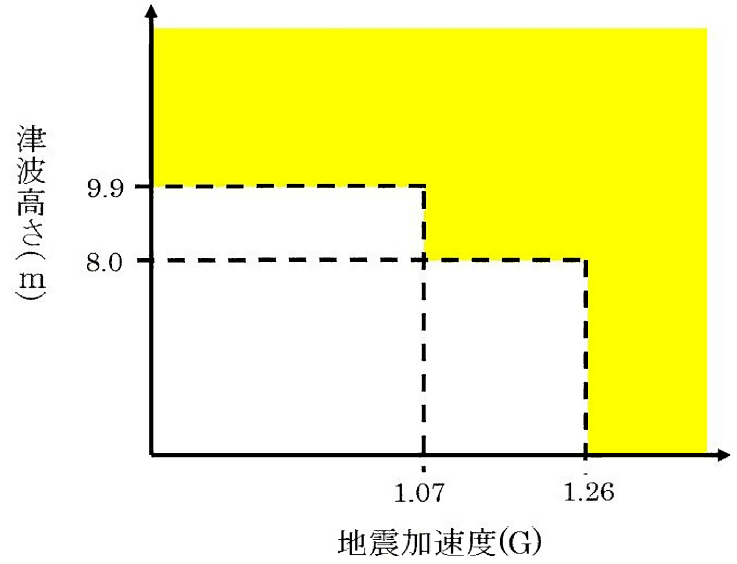
a. 炉心損傷防止対策、格納容器損傷防止対策及び使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

「3.1.4.2.3(1)a.(a)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)a.(b)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)b.ⅱ 評価結果」及び「3.1.4.2.3(1)c.ⅱ 評価結果」を踏まえて特定されるクリフエッジに対して、遡上の影響を考慮したクリフエッジを評価する。

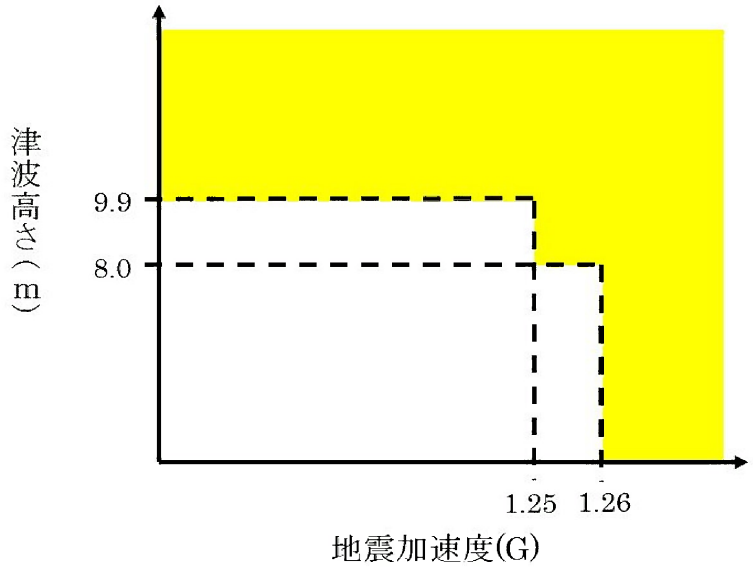
「3.1.4.2.2(2) 津波遡上解析による検証」の評価結果より、炉心損傷、格納容器損傷及び使用済燃料ピットの燃料のクリフエッジ津波高さは、建屋シールに該当する 11.4m から遡上を考慮すると 9.9m（海水ポンプ室前での津波高さ）となる。

以上より、クリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さは、炉心損傷については第 3.1.4.2.3.2 図及び第 3.1.4.2.3.3 図から第 3.1.4.2.3.6 図及び第 3.1.4.2.3.7 図へ、格納容器損傷については第 3.1.4.2.3.4 図から第 3.1.4.2.3.8 図へ、使用済燃料ピットの燃料については第 3.1.4.2.3.5 図から第 3.1.4.2.3.9 図へと変化する。

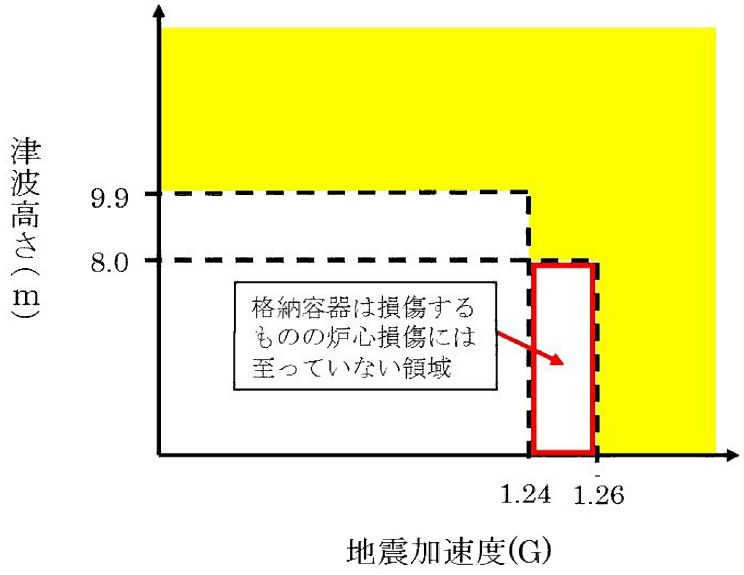
なお、これらは防護すべき設備等の機能維持の観点での確認結果であり、接近性、作業性の観点もあいまって格納容器損傷を防止できることについては、「3.1.4.3 事象進展と時間評価に関する評価」にて詳細に評価する。



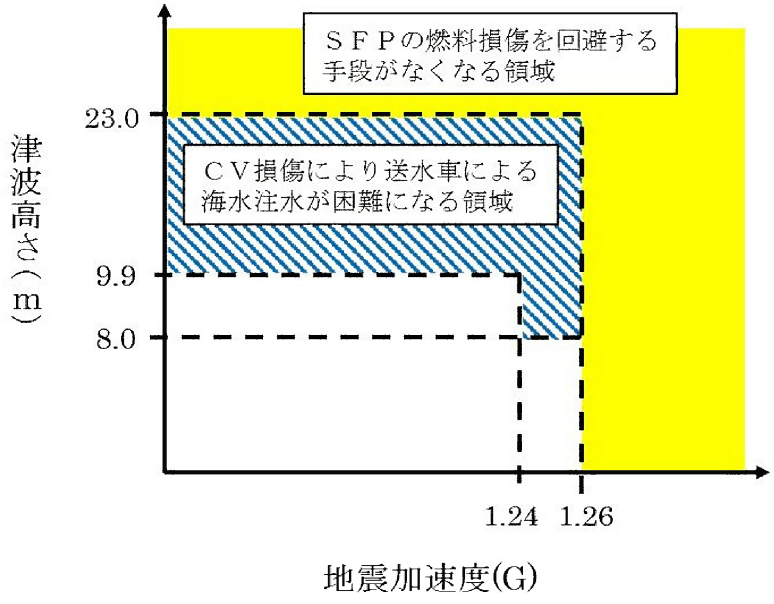
第 3.1.4.2.3.6 図　遡上を考慮した地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果（出力運転時炉心）



第 3.1.4.2.3.7 図　遡上を考慮した地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果（運転停止時炉心）



第 3.1.4.2.3.8 図　遡上を考考慮した地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果（格納容器損傷）



第 3.1.4.2.3.9 図　遡上を考慮した地震と津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果（SFP 燃料損傷）

(3) 地震と津波の重畳事象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、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) 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価

地震と津波の重畳事象に対する「3.1.4.2.3(1)a.(a)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)a.(b)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)b.ⅱ 評価結果」及び「3.1.4.2.3(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。

これらの設備に対して、「3.1.4.2.1(2)a. 地震随伴溢水」の評価における「3.1.4.2.1(2)a.(a)②1-2) 溢水評価条件の設定結果」及び「3.1.4.2.1(2)a.(b)②1-2) 溢水評価条件の設定結果」で設定した溢水源及び溢水量並びに溢水経路により溢水水位を算出したところ、溢水水位は機能喪失高さに満たないことを確認した。

被水の影響についても、これらの設備に対して、「3.1.4.2.1(2)a.(a)①1-3-2-2) 判定基準」における判定基準のいずれかを満足することを確認した。

蒸気の影響についても、「3.1.4.2.1(2)a.(a)②1-3-3) 蒸気影響評価結果」において、蒸気を内包する設備のうちＨＣＬＰＦが最も低いものについて、炉心損傷、格納容器損傷及び使用済燃料ピットの燃料損傷におけるクリフエッジ加速度の 1.26G を上回っていることを確認した。

また、地震と津波の重畳事象を考慮した場合においても、建屋境界部において止水処置を実施しているため建屋内への津波の流入はないことから、建屋内の溢水評価に際しては津波を考慮する必要はない。

以上より、建屋内の防護すべき設備に対して溢水による

影響はない。

2) 建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価

地震と津波の重畳事象において防護すべき建屋外の設備は、地震と津波の重畳事象に対する「3.1.4.2.3(1)a.(a) ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)a.(b) ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)b. ⅱ 評価結果」及び「3.1.4.2.3(1)c. ⅱ 評価結果」で特定されるクリフエッジシナリオを踏まえて特定されるクリフエッジシナリオ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。選定した結果を第 3.1.4.2.3.1 表に示す。

第 3.1.4.2.3.1 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])
空冷式非常用発電装置 信号処理盤	33	34.28
	33	34.28
空冷式非常用発電装置 中継・接続盤	33	34.40
タンクローリー	14	14.25
	31	31.25
	31	31.25
可搬式代替低圧注水ポンプ	14	14.83
	33	33.82
	62	62.83
空冷式非常用発電装置	33	34.28
	33	34.28
送水車	14	14.18
	33	33.16
	62	62.19
大容量ポンプ	14	14.28
	31	31.28
	62	62.28
電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)	14	14.16
	33	33.22
	62	62.21

これらの設備は「3.1.4.2.1(2)a.(a)②2-2) 溢水評価条件の設定結果」で設定した溢水源に対して、溢水の流出経路上ではない又は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であることを確認した。

また、これらの設備は、津波評価での「3.1.4.2.2(2) 遡上解析による検証」で確認された、津波遡上の影響を受けない E.L.+11.4m 以上のエリアに必要台数が設置又は保管されている。津波遡上に加えて地震による屋外での溢水が発生したとしても、津波が敷地内に遡上している状況においては、溢水は津波遡上範囲全体に広がるため水位上昇への寄与は極めて軽微であると考えられることから、前述の防護すべき建屋外の設備の健全性は維持される。

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

「3.1.4.2.3(1) 地震と津波の重畳事象の評価」における、「3.1.4.2.3(1)a.(a)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)a.(b)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)b.ⅱ 評価結果」及び「3.1.4.2.3(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 3.1.4.2.3(2)b-1 のとおり整理された。これらの配置場所を第 3.1.4.2.3.10 図に示す。

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.2.3.10 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

地震単独の「3.1.4.2.1(2)b. 原子炉建屋の背後斜面等のすべり及び剥落」を踏まえて、防護すべき設備等への斜面崩壊の影響を評価する。

2) 評価結果

「3.1.4.2.1(2)b. 原子炉建屋の背後斜面等のすべり及び剥落」の評価結果より、屋外設備等及び３，４号機建屋周辺の斜面は崩壊しない又は斜面から十分な離隔距離がある若しくはすべり方向が違うため、防護すべき設備の健全性は維持される。

なお、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 事象進展と時間評価に関する評価」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、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

津波単独による内部火災は発生せず、事象緩和機能への影響はない。また、「3.1.4.2.1(2)c. 地震随伴内部火災」において設定した評価対象区域には、「3.1.4.2.3(1) 地震と津波の重畳事象の評価」における、「3.1.4.2.3(1)a.(a) ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)a.(b) ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)b. ⅱ 評価結果」及び「3.1.4.2.3(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が設置されている。

よって、地震と津波の重畳事象を考慮した場合、地震単独の地震随伴内部火災の評価結果に包絡される。そのため、地震単独の評価に対する随伴事象の影響のうち、「3.1.4.2.1(2)c. 地震随伴内部火災」と同様の評価結果を適用する。

d. 地震及び津波随伴外部火災

(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

地震及び津波随伴外部火災については、「3.1.4.2.1(2)d. 地震随伴外部火災」及び「3.1.4.2.2(4)a. 津波随伴外部火災」を踏まえて同様に、外部火災源に対する屋外設備等、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) 地震及び津波随伴外部火災として想定する火災源の選定

地震随伴外部火災における外部火災源は「3.1.4.2.1(2)d.(a)1)1-1) 地震随伴外部火災として想定する火災源の選定」のとおり、大飯発電所構内にある危険物タンクのうち変圧器絶縁油保管タンク（絶縁油、300kℓ）及び海生物焼却炉燃料タンク（重油、30kℓ）であり、津波随伴外部火災における外部火災源は「3.1.4.2.2(4)a.(a)1)1-1) 津波随伴外部火災として想定する火災源の選定」のとおり、大飯発電所構内にある危険物タンクのうち海生物焼却炉燃料タンク（重油、30kℓ）及び発電所港湾内に入港する船舶である。したがって、地震及び津波随伴外部火災における火災源は、これらを両方考慮して選定することとし、具体的には以下のとおりとする。

［発電所敷地内に存在する危険物タンクと燃料保有量］

・変圧器絶縁油保管タンク（絶縁油、300kℓ）

・海生物焼却炉燃料タンク（重油、30kℓ）

［発電所港湾内に入港する船舶］

・発電所港湾内に入港する大型輸送船（重油、560kℓ）

1-2) 防護すべき設備等の選定

「3.1.4.2.3(1) 地震と津波の重畳事象の評価」における、「3.1.4.2.3(1)a.(a)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)a.(b)ⅱ 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)b.ⅱ 評価結果」及び「3.1.4.2.3(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まとめると、別紙 3.1.4.2.3(2)d-1 のとおり整理された。

2) 評価結果

前項で選定された防護すべき設備等に対する、外部火災源の影響を評価する。ここで、地震随伴外部火災においては、地震による影響として火災源の損傷及び防油堤内での火災を想定している。一方、津波随伴外部火災においては、津波による影響として火災源の損傷及び内包する油が流出した状態での火災を想定している。したがって、地震及び津波随伴外部火災においては、より厳しい想定である津波随伴外部火災による影響を想定する。

また、1-1)項で選定された外部火災源及び 1-2)項で選定された防護すべき設備等は、「3.1.4.2.2(4)a. 津波随伴外部火災」と同じである。したがって、地震及び津波随伴外部火災の影響評価としては、結果として津波随伴外部火災と同じとなる。

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果（重畳：出力運転時炉心損傷（地震による起因事象をベースとした評価））

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果（重畳：出力運転時炉心損傷（地震による起因事象をベースとした評価））

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果（重畳：出力運転時炉心損傷（津波による起因事象をベースとした評価））

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果（重畳：運転停止時炉心損傷（地震による起因事象をベースとした評価））

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果（重畳：運転停止時炉心損傷（津波による起因事象をベースとした評価））

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果（重畳：格納容器損傷（津波による起因事象をベースとした評価））

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果（重畳：ＳＦＰ燃料損傷（地震による起因事象をベースとした評価））

参考資料－４に記載する。

各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果（重畳：ＳＦＰ燃料損傷（津波による起因事象をベースとした評価））

	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.07Gと8.0mの重畳）	停止時 炉心損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.25Gと8.0mの重畳）	出力時 CV損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.24Gと8.0mの重畳）	SFP損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.24Gと8.0mの重畳）
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	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置（2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	—
	・送水車及びホース類（1式）	○ 取水ポンプによる復水ピットへの水源補給	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	○ 送水車によるSFP注水（海水）
	・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） ・仮設組立式水槽（1台）	—	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	—
	・大容量ポンプ（1台）	○ 大容量ポンプによる補機冷却	○ 大容量ポンプによる補機冷却	○ 大容量ポンプによる補機冷却	
	・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） ・燃料油貯蔵タンク（非常用所内電源、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） ・重油タンク（非常用所内電源、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）	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ 燃料補給	—
	・軽油ドラム缶（送水車用）	○ 燃料補給	—	○ 燃料補給	○ 燃料補給

※：遡上を考慮したクリフエッジ津波高さ

＜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（斜面崩壊による影響確認）

	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.07Gと8.0mの重畳）	停止時 炉心損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.25Gと8.0mの重畳）	出力時 CV損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.24Gと8.0mの重畳）	SFP損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.24Gと8.0mの重畳）
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	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置（2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	—
	・送水車及びホース類（1式）	○ 取水ポンプによる復水ピットへの水源補給	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	○ 送水車によるSFP注水（海水）
	・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） ・仮設組立式水槽（1台）	—	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	—
	・大容量ポンプ（1台）	○ 大容量ポンプによる補機冷却	○ 大容量ポンプによる補機冷却	○ 大容量ポンプによる補機冷却	
	・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） ・燃料油貯蔵タンク（非常用所内電源、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） ・重油タンク（非常用所内電源、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）	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ 燃料補給	—
	・軽油ドラム缶（送水車用）	○ 燃料補給	—	○ 燃料補給	○ 燃料補給

※：遡上を考慮したクリフエッジ津波高さ

＜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（外部火災による影響確認）

3.1.4.2.4 その他自然現象に対するリスク評価

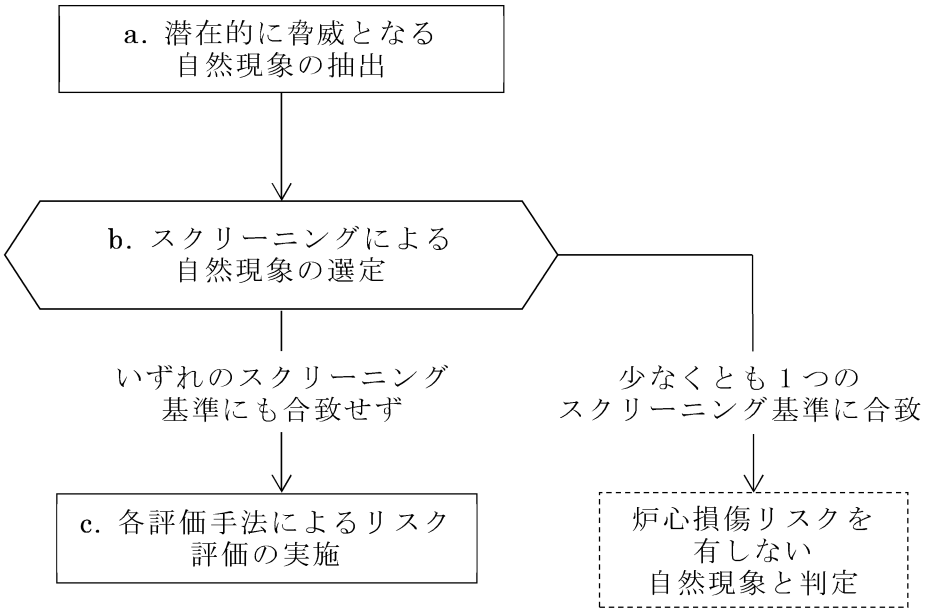
3.1.4.2.4.1 その他自然現象に対する単独評価

(1) 評価方針

地震、津波以外のその他自然現象に対する単独評価では、地震、津波の評価と同様に必ずしもクリフエッジを求めるような安全裕度評価を行うのではなく、各自然現象の特性に応じた評価手法によりリスク評価を実施する。具体的には日本原子力学会標準「外部ハザードに対するリスク評価方法の選定に関する実施基準：2014」（以下「学会標準」という。）を参考に評価を行う。

(2) 評価方法

その他自然現象のリスク評価を実施するにあたり、第3.1.4.2.4.1.1 図のフローに従い各自然現象に対する評価を行った。



第 3.1.4.2.4.1.1 図　その他自然現象の評価に係るフロー図

a. 潜在的に脅威となる自然現象の抽出

プラントに潜在的な脅威を与える自然現象として、２０１７年５月２４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。）において、スクリーニングアウトされず評価対象となっている自然現象及び IAEA 特定安全ガイド No.SSG-25「原子力発電所の定期安全レビュー」（以下「No.SSG-25」という。）に記載されている自然現象を抽出した。選定結果を第 3.1.4.2.4.1.1 表に示す。

第 3.1.4.2.4.1.1 表　プラントに潜在的な脅威を与える自然現象

No.	自然現象	引用元	備考
1	竜巻	設置許可	
2	火山	設置許可	
3	生物学的事象	設置許可	
4	森林火災	設置許可	
5	地滑り	設置許可	
6	風（台風）	設置許可	
7	凍結	設置許可	
8	降水	設置許可	
9	積雪	設置許可	
10	落雷	設置許可	
11	洪水	設置許可	
12	高潮	設置許可	
-	津波を含む洪水	No. SSG-25	「3.1.4.2.2 津波」にて評価実施又はNo.11と同じ
13	竜巻を含む強風	No. SSG-25	
14	火災	No. SSG-25	
15	気象（降雨）	No. SSG-25	
16	気象（高温）	No. SSG-25	
17	気象（低温）	No. SSG-25	
18	気象（霧・もや）	No. SSG-25	
19	気象（かんばつ）	No. SSG-25	
20	気象（降雪）	No. SSG-25	
21	太陽風	No. SSG-25	
22	有毒・腐食性物質（火山灰）	No. SSG-25	
23	水理学的ハザード	No. SSG-25	
-	地震ハザード	No. SSG-25	「3.1.4.2.1 地震」にて評価実施
-	火山ハザード	No. SSG-25	No.2と同じ
-	生物学的汚染	No. SSG-25	No.3と同じ
-	落雷	No. SSG-25	No.10と同じ

b. スクリーニングによる自然現象の選定

a.項で抽出した潜在的に脅威となる自然現象に対し、学会標準を参考とした 5 つの基準（第 3.1.4.2.4.1.2 表）によりスクリーニングを行い、炉心損傷リスクを有する可能性のある自然現象を以下のとおりに選定した。また、その結果の詳細を別紙 3.1.4.2.4.1(2)b に示す。

なお、火山については、「第 1.1.1.6 表　大飯３号機に係るバックフィットへの対応」のうち「No9 大山生竹テフラ（ＤＮＰ）に関する対応」に示す状況にあり、報告徴収命令に対する「大山火山の降下火砕物に関する美浜、高浜、大飯発電所における最大層厚等」の報告書（2019 年 3 月 29 日）において、DNP にて想定される降灰層厚に対して発電所施設は裕度を有することを確認している。許認可の状況等を踏まえて、次回届出以降に評価を検討することとする。

第 3.1.4.2.4.1.2 表　スクリーニング基準

スクリーニング基準		詳細
基準1	頻度	ハザードの発生頻度が極めて小さいことが明確である。
基準2	場所	ハザードがプラントに影響を与えるほど近傍で発生しない。
基準3	タイムスケール	ハザードが進展するタイムスケールがプラントの対処時間に比べて十分に長い。
基準4	起因事象	ハザードがプラントに到達したと仮定しても、炉心損傷につながる起因事象を引き起こさないことが明らかである。
基準5	包含	ハザードが他のハザードに包含される。

＜炉心損傷リスクを有する可能性のある自然現象＞

・竜巻を含む強風

・火山

・生物学的事象

・積雪

・落雷

c. 評価手法の選定

b項で選定した火山以外の炉心損傷リスクを有する可能性のある自然現象に対し、それぞれの特性に応じて学会標準で定められている 5 つの評価手法（第 3.1.4.2.4.1.3 表）の中からリスク評価を実施した。

第 3.1.4.2.4.1.3 表　各自然現象に対する評価手法

評価手法	評価の方法
①ハザード影響分析	当該外部ハザードのプラントへの影響を保守的に仮定したとしても、プラントにおける炉心損傷に繋がる起因事象の発生及び安全機能を有する構築物、系統及び機器（ＳＳＣ）が損なわれないことを、決定論的評価により確認する。
②ハザード頻度分析	プラントに影響を与える可能性のあるハザードレベル（設計基準を有する外部ハザードにおいては設計基準が該当する）を設定し、それを超過する外部ハザードの発生頻度を、保守的な解析により定量的に評価する。 なお、本評価では、発生頻度10^{-6}/年のハザードレベルと、プラントに影響を与える可能性のあるハザードレベルを比較することで、上記の評価を実施する。
③裕度評価	多数の事故シナリオを対象として、炉心損傷に繋がる起因事象の発生や安全機能を有するＳＣＣの機能喪失に対するハザードの影響を決定論的に設定することにより、炉心損傷リスクが必ず起こるハザードレベル及び支配的な事故シナリオを導出する。 ここで導出されるハザードレベルとプラントに影響を与える可能性のあるハザードレベルとの比を当該ハザードの炉心損傷に対する裕度として算出する。
④決定論的なＣＤＦ評価	炉心損傷につながる支配的な事故シナリオを対象として、炉心損傷につながる起因事象の発生や安全機能を有するＳＳＣの機能喪失に対するハザードの影響を決定論的に設定することにより、ハザードにより引き起こされるプラントの条件き炉心損傷確率（ＣＣＤＰ）を定量的に評価し、ここで算出されたＣＣＤＰに、プラントに影響を与える可能性のあるハザードレベルを超過する外部ハザード発生頻度を乗じることによりＣＤＦを評価する。
⑤ＰＲＡ等の詳細なリスク評価	炉心損傷リスクを有すると判断される外部ハザードに対しては、確率論的リスク評価（ＰＲＡ）を適用する詳細なリスク評価を行う。

(3) リスク評価

a. 竜巻を含む強風

(a) 竜巻を含む強風に対する設計

安全施設は、最大風速 100m/s の竜巻が発生した場合においても、竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重

及び飛来物の衝撃荷重を組合せた荷重等に対して安全機能を損なわないために、飛来物の発生防止対策及び竜巻防護対策を行う。

ⅰ　飛来物の発生防止対策

竜巻により発電所構内の資機材等が飛来物となり、竜巻防護施設が安全機能を損なわないために、以下の対策を行う。

・飛来物となる可能性のあるものを固縛、建屋内収納又は撤去する。

・車両の入構の制限、竜巻の襲来が予想される場合の車両の退避又は固縛を行う。

ⅱ　竜巻防護対策

固縛等による飛来物の発生防止対策ができないものが飛来し、安全施設が安全機能を損なわないために、以下の対策を行う。

・竜巻防護施設を内包する施設及び竜巻飛来物防護対策設備により、竜巻防護施設を防護し構造健全性を維持し安全機能を損なうことのない設計とする。

・竜巻防護施設の構造健全性が維持できない場合には、代替設備又は予備品の確保、損傷した場合の取替又は補修が可能な設計とすることにより安全機能を損なうことのない設計とする。

竜巻の発生に伴い、雹の発生が考えられるが、雹による影響は竜巻防護設計にて想定している設計飛来物の影響に包絡される。

さらに、竜巻の発生に伴い、雷の発生も考えられるが、雷は電気的影響を及ぼす一方、竜巻は機械的影響を及ぼすものであり、竜巻と雷が同時に発生するとしても個別に考えられる影響と変わらないことから、各々の事象に対して安全施設が安全機能を損なうことのない設計とす

る。

なお、強風（台風含む）に対する影響については、敷地付近で観測された最大瞬間風速は、舞鶴特別地域気象観測所での観測記録（1947 年～2012 年）によれば、51.9m/s（2004 年 10 月 20 日）であることから、竜巻の評価で想定している風荷重による影響及び飛来物による影響の対策に包含される。

(b) 竜巻を含む強風に対するリスク評価（ハザード頻度分析）

本評価では、ハザード発生頻度を定量的に判断することにより当該自然現象がプラントに対して有意な炉心損傷リスクをもたらし得ないと判断できることから、ハザード頻度分析を以下のとおり実施した。

設置許可における竜巻のハザード曲線により算出した年超過確率 10^{-6} 値は、風速 87m/s である。この値は設計値である風速 100m/s を下回っていることから、竜巻を含む強風はプラントに対して有意なリスクはないと評価する。

b. 生物学的事象

(a) 生物学的事象に対する設計

生物学的事象に対して、クラゲ等の海生生物の発生、小動物の侵入を考慮する。

安全施設は、クラゲ等の海生生物の発生に対して、原子炉補機冷却海水設備に除塵装置を設け、また、小動物の侵入に対して、屋外装置の端子箱貫通部等にシールを行うことにより、安全機能を損なうことのない設計とする。

除塵装置を通過する貝等の海生生物については、海水ストレーナや復水器細管洗浄装置により、原子炉補機冷却水冷却器や復水器等への影響を防止する設計とする。さらに、定期的に開放点検、清掃をできるよう点検口等を設ける設計とする。

(b) 生物学的事象に対するリスク評価（ハザード影響分析）

本評価では、プラントに対する影響を保守的に仮定したとしても当該自然現象がプラントに対して有意な炉心損傷リスクをもたらし得ないと判断できるため、ハザード影響分析を以下のとおり実施した。

小動物の侵入に対しては、(a)項で記載したとおり屋外装置の端子箱貫通部等にシールを行っていることから、プラントに対する影響を保守的に仮定したとしても安全機能に対して影響はない。

クラゲ等の海生生物の発生に対しては、(a)項で記載したとおり除塵装置を設けることによって、安全機能を損なうことのない設計としている。保守的な仮定として、取水路の閉塞等により原子炉補機冷却海水設備に影響を与え、起因事象として「原子炉冷却海水系の全喪失」が発生したとしても、別紙 3.1.4.2.2(1)-1 及び、別紙 3.1.4.2.2(1)-7 における「原子炉冷却海水系の全喪失」の収束シナリオのとおり対応可能である。

以上より、生物学的事象はプラントに対して有意なリスクはないと評価する。

c. 積雪

(a) 積雪に対する設計

敷地付近で観測された積雪の深さの月最大値は、舞鶴特別地域気象観測所での観測記録（1947～2012 年）によれば、87cm（2012 年 2 月 2 日）である。積雪荷重は、建築基準法に基づき、積雪量 100cm として積雪荷重を設定し、それに対し機械的強度を有する構造とすることで、安全施設の安全機能を損なうことのない設計としている。

また、仮に設計を超える積雪が発生したとしても、除雪による緩和措置をとることが可能であることから、安全施設の安全機能を損なうおそれはない。

(b) 積雪に対するリスク評価（裕度評価）

本評価では、除雪等による緩和措置を実施可能であることと、評価対象（建屋）が明確かつ耐力の評価が可能であることから、裕度評価を以下のとおり実施した。

安全上重要な建屋における許容積雪厚さを第3.1.4.2.4.1.4表に示す。

第3.1.4.2.4.1.4表　安全上重要な建屋の許容積雪厚さ

建屋	許容積雪荷重（N/m^2）	許容積雪厚さ※(cm)
原子炉格納容器	17,700	590
原子炉周辺建屋	7,775	259
制御建屋	10,500	350

※：積雪の単位荷重は1cm当たり$30N/m^2$とする。

第3.1.4.2.4.1.4表のとおり、安全上重要な建屋のうち、最も許容積雪厚さが低いものは原子炉周辺建屋の259cmとなる。この値は設計基準の値に対して大きな値であり、仮に259cmを超える積雪が発生したとしても、当該事象の進展は緩慢であり、また、事前に当該事象の予測が可能であることから、除雪等による緩和措置を実施することができる。

なお、積雪では絶縁不良により起因事象として「外部電源喪失」が発生する可能性があるが、上記のとおり、安全上重要な建屋の許容積雪厚さは十分大きく、除雪による緩和措置も実施可能であることから、「外部電源喪失」の収束シナリオのとおり対応可能である。よって、積雪はプラントに対して有意なリスクはないと評価する。

d. 落雷

(a) 落雷に対する設計

雷害防止対策として、建築基準法に基づき高さ20mを超える原子炉格納施設等へ日本工業規格（ＪＩＳ）に準拠した避雷設備を設置するとともに、構内接地網と連接するこ

とにより、接地抵抗の低減や雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図っている。さらに、安全保護回路への雷サージ電流抑制を図る回路設計としていることから、安全施設の安全機能を損なうことのない設計としている。

(b) 落雷に対するリスク評価（ハザード影響分析）

本評価では、プラントに対する影響を保守的に仮定したとしても当該自然現象がプラントに対して有意な炉心損傷リスクをもたらし得ないと判断できるため、ハザード影響分析を以下のとおり実施した。

ⅰ 評価の前提条件

落雷により影響を受けると考えられる設備は、それぞれ分散されていることから、落雷により同時損傷する可能性は非常に小さいと考えられるが、本評価では保守的に複数設備の同時損傷を考慮している。また、直撃雷の最大電撃電流値及び誘導雷サージの雷サージ電圧値に関わらず、対象とする設備が保守的に必ず損傷するものとして、以下の前提条件のもと評価を行う。また、以下の前提条件のイメージを別紙 3.1.4.2.4.1(3)d-1 に示す。

① 直撃雷による設備損傷

屋外設備への直撃雷により、直撃雷を受けた設備の機能喪失を想定する。ただし、連続して複数の屋外設備に直撃雷は生じないものとする。

② 誘導雷サージよる設備損傷

落雷により周囲の屋外ケーブル（金属材料が使われていない光ケーブルを除く）に大規模な誘導雷サージが発生し、それにより当該ケーブルに接続された設備にサージ電流が流れることで機能喪失に至ることを想定する。誘導雷サージによる機能喪失範囲としては、屋外ケーブルで常時接続されている屋外機器及び屋内機器の接続部位まで持つ機能が同時に全て喪失するこ

ととする。ただし、連続して大規模な誘導雷サージが発生するような落雷は生じないものとする。

また、建屋内機器の接続部位がしゃ断器等で開放又は引出位置で縁切りされている場合には、接続されている屋外機器のみが誘導雷サージの影響を受け、機能喪失することとする。

③ 誘導雷サージよる誤信号の発信

設計想定以上の雷サージにより機器が誤動作する可能性があるが、機器の誤動作が生じたとしても、落雷による瞬間的な誤信号であれば、運転員による適切な評価がなされることから、影響はないとする。

④ 建屋内のみで構成される機器

建屋内のみで構成される機器については、建屋が鉄筋コンクリート造であり、かつ、十分に接地されており、また、その鉄筋量は一般建屋よりも多く緻密な格子状の空間遮蔽が形成されていることから、耐雷サージ性の高いファラデーゲージになっており、建屋内部の過度電位分布が平坦化されることから、影響はないとする。

ii 評価の結果

送電線は架空地線で直撃雷の低減対策を実施しており、また、安全系母線は複数の送電線系から受電可能のため、直撃雷により「外部電源喪失」に至る可能性は極めて低いと考えられるが、複数設備の同時損傷を考慮し、保守的に「外部電源喪失」の発生を想定する。

海水ポンプは、防護壁及び防護竜巻ネットで構成される対雷サージ性の高いファラデーゲージ内に接地されており、直撃雷により機能喪失することは考えられない。また、しゃ断器の保護継電器により、誘導雷サージによるサージ電流が発生したとしてもしゃ断器が開放するこ

とで機器の損傷を回避する設計となっている。さらに、海水ポンプは複数機存在するため、全てが誘導雷サージにより同時に損傷する可能性は極めて低いと考えられるが、設計基準を超えた落雷を受けることから、保守的に誘導雷サージにより海水ポンプの機能喪失が喪失することとし、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の発生を想定する。

上記により、落雷により「外部電源喪失」及び「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の起因事象が発生する。当該起因事象発生時のイベントツリーを別紙 3.1.4.2.2(1)-4 及び別紙 3.1.4.2.2(1)-10 に示す。また、当該起因事象発生時の緩和機能に必要な設備のうち、誘導雷サージにより損傷する可能性のある屋外設備を第 3.1.4.2.4.1.5 表に示す。

第 3.1.4.2.4.1.5 表　緩和機能に必要な屋外設備

設備	取り合うケーブルの通常時の接続状態 ●：常時接続 －：常時切り離し	取り合うケーブルの金属材料の有無 ●：金属あり －：金属なし
空冷式非常用発電装置	●※	●
空冷式非常用発電装置 信号処理盤	●	— (計装光ケーブル)
タンクローリー	－	
送水車	－	
大容量ポンプ	－	

※：通常時、しゃ断器は開放状態

第 3.1.4.2.4.1.5 表のとおり、緩和機能に必要な設備のうち、金属材料のケーブルが常時接続されている設備は空冷式非常用発電装置であり、当該設備は誘導雷サージの影響を受ける可能性がある。しかし、当該設備は通常時はしゃ断器が開放状態であり、それにより縁切りされ

ているため、誘導雷サージの影響は受けない。

以上より、落雷により「外部電源喪失」、「原子炉補機冷却海水系の全喪失」の起因事象が発生したとしても、緩和機能に必要な設備は落雷の影響を受けないことから炉心損傷を回避することができる。よって、落雷はプラントに対して有意なリスクはないと評価する。

3.1.4.2.4.2 地震又は津波に対するその他の自然現象の重畳

クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加え、地震又は津波とは独立なその他の自然現象の重畳が生じた場合に、クリフエッジに大きな影響を及ぼす可能性がある場合には、それを考慮したクリフエッジを特定する必要がある。

ここでは、大飯発電所の立地条件を踏まえて、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加え、その他の自然現象が重畳して発生する可能性を十分に考慮し、クリフエッジの発生を防止するために必要な設備（以下「防護対象設備」という。）の機能維持、作業性及び接近性の観点から、その他の自然現象の重畳による影響を評価する。

なお、その他の自然現象の規模について、大飯発電所の敷地付近における観測データの最大規模等を考慮して設定することとし、具体的には大飯発電所３号機について、２０１７年５月２４日に許可を受けた設置許可及び２０１７年８月２５日に認可を受けた工認における想定と同等とする。

(1) その他の自然現象の重畳を考慮する自然現象の特定

大飯発電所の立地条件を踏まえて、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加えて、重畳して発生する可能性があると考えられるその他の自然現象を特定するにあたり、設計上考慮されている自然現象（地震と津波を除く。）として、設置（変更）許可で整理された以下の 12 事象を対象に検討した。

- 風（台風）
- 火山
- 降水
- 凍結
- 積雪
- 落雷
- 竜巻
- 生物学的事象

・森林火災
・洪水
・高潮
・地滑り

ここで、火山については、設置許可及び工認での想定と同様に、地震、津波とは独立事象として扱い、クリフエッジとなる地震及び津波と、設計基準想定の火山の噴火の各頻度が十分小さいことから、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加えて、重畳して発生することは考慮しない。

竜巻については、地震、津波とは独立事象であり、クリフエッジとなる地震及び津波と、設計基準想定の竜巻の各頻度が十分小さいことから、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加えて、重畳して発生することは考慮しない。

洪水については、河川は大飯発電所が立地している大島半島になく、距離も離れているため、重畳の影響を考慮する必要はない

高潮については、「3.1.4.2.3 地震と津波の重畳事象」の評価に包含されるため、重畳の影響を考慮する必要はない。

また、地滑りについては、主な誘因として地震と大雨があるが、地震に起因する地滑りについては、「3.1.4.2.1(2)b. 原子炉建屋の背後斜面等のすべりおよび剥落」の評価結果のとおり、クリフエッジ地震動に対しては斜面崩壊によりクリフエッジシナリオに必要な緩和機器に影響を与えないことを確認している。また、大雨に起因する地滑りについては、土石流危険区域に土石流が流れ込むことを防止するための堰堤を設置するとともに、土石流が発生した場合には土石流と基準地震動の組合せの発生確率から、7日間以内に応急的な土砂撤去で堆積制限以下にできないと判断した場合にはプラントを停止する運用を定めている。よって、重畳の影響を考慮する必要はない。

以上より、大飯発電所の立地条件を踏まえて、クリフエッ

ジ・エフェクトとなる地震及び津波が発生した状況に加えて、重畳して発生する可能性があると考えられるその他の自然現象を以下のとおり特定した。

・風（台風）
・降水
・凍結
・積雪
・落雷
・生物学的影響
・森林火災

(2) その他の自然現象の重畳の影響評価

a. 機能維持

クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に加え、前項にて特定したその他の自然現象が重畳して発生した場合を想定し、防護対象設備に対して、機能維持の観点から、その他の自然現象の重畳による影響を評価した。

ここで、その他の自然現象の重畳による影響が生じる場合とは、地震と津波がプラントに及ぼす影響と同等の影響を有する場合（例えば地震による荷重に加えて、その他自然現象による荷重が重なる場合等）であり、プラントに及ぼす影響が異なる自然現象を、地震と津波に組合せたとしても（例えば地震による荷重に、落雷による電気的影響が加わる場合等）、各々の個別評価と変わることはない。

設置許可においては、各自然現象がプラントに及ぼす影響について別紙 3.1.4.2.4.2(2)a-1 のとおり整理されており、機能維持の観点でプラントに及ぼす影響としては荷重、温度、閉塞、浸水、電気的影響、腐食及び磨耗が該当するところ、これらのうち、地震と津波がプラントに及ぼす影響である荷重と浸水と同じ影響を有する自然現象を特定した結果、荷重に関しては風（台風）、及び積雪、また浸水に関しては降水が

特定された。

このうち、荷重の観点では、まず風（台風）の重畳について、工認での整理と同様に、屋外の防護対象設備については風による受圧面積が相対的に小さいこと、また屋内の防護対象設備についてはコンクリート構造物等の自重が大きい建屋等内に設置されていること等から、風荷重の影響は小さいと考えられるため、重畳の影響を考慮する必要は無い。

また、積雪との重畳については、大雪が予想される場合には事前に除雪体制を整えるとともに、大雪が発生した場合には防護対象設備の除雪を行うこととしているため、重畳の影響を考慮する必要は無い。

浸水の観点では、降水の影響は津波に包絡されるため、重畳の影響を考慮する必要は無い。

以上より、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に対し、防護対象設備の機能維持の観点で、その他自然現象の重畳が影響を及ぼすことはない。

b. 接近性

接近性の観点は、別紙 3.1.4.2.4.2(2)a-1 のアクセス性が該当するところ、屋外アクセスルートに対しては、設置許可、工認において、その他自然現象による影響を想定し、複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なルートを確保するとともに、必要に応じてブルドーザにより障害物を除去し、アクセスルートを確保できることを確認している。

また、屋内アクセスルートに対しては、その他自然現象による影響に対して、外部からの衝撃による損傷の防止が図られた建屋内に確保している。

以上より、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に対し、防護対象設備への接近性の観点で、その他自然現象の重畳が影響を及ぼすことはない。

c. 作業性

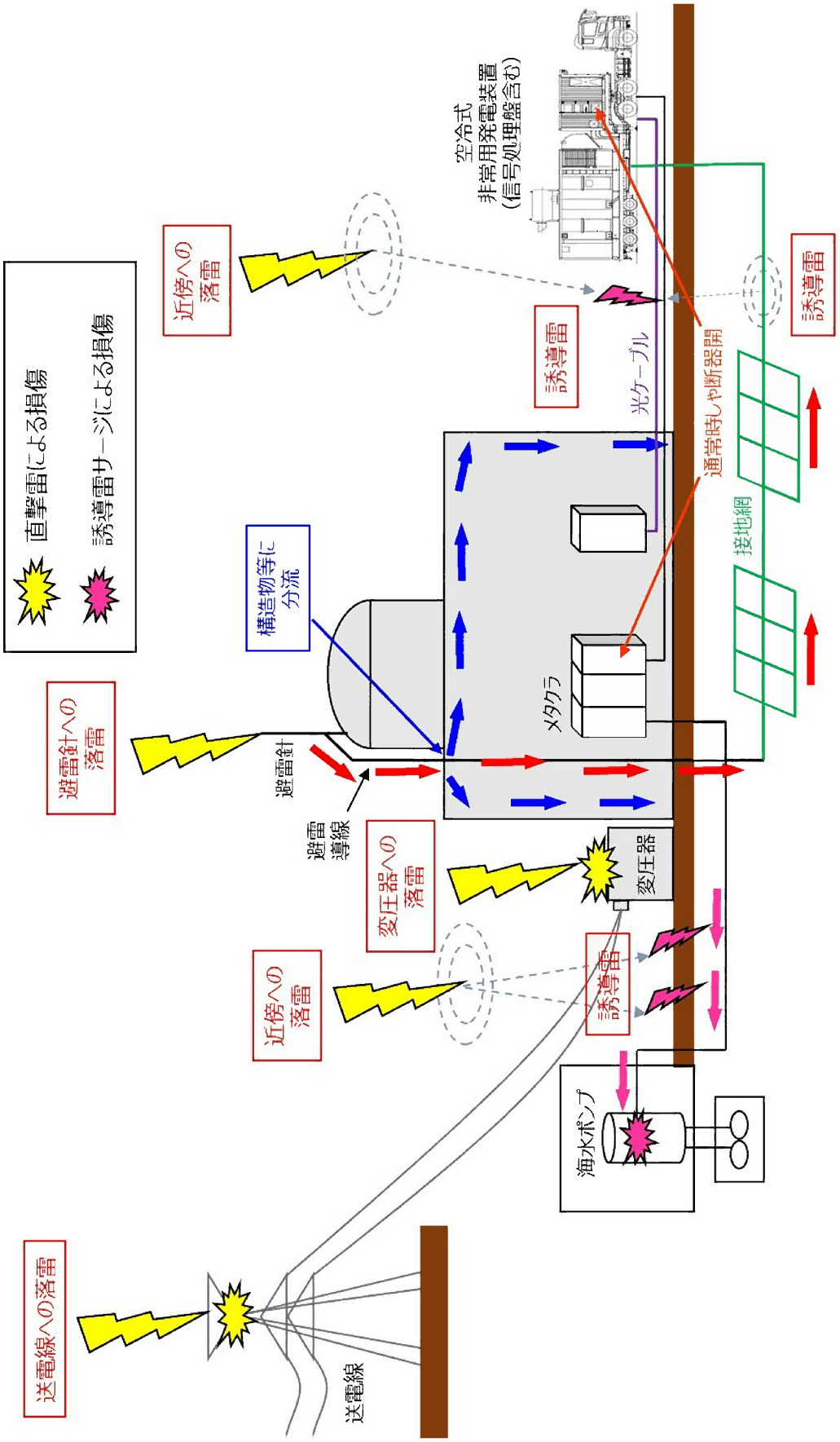
作業性の観点では、高線量下、夜間、悪天候及び照明機能喪失等を考慮する必要があるが、大飯発電所においては、実働訓練においてこれらの悪条件を想定し、必要な防保護具や資機材等を活用した訓練を実施している。

以上より、クリフエッジとなる地震及び津波が発生した状況に対し、防護対象設備の作業性の観点で、その他自然現象の重畳が影響を及ぼすことはない。

No.	自然現象	引用元	スクリーニング基準※					選定結果	備考
			基準1（頻度）	基準2（場所）	基準3（タイムスケール）	基準4（起因事象）	基準5（包含）		
1	竜巻	設置許可					✔	×	No.13 竜巻を含む強風に包含される。
2	火山	設置許可						○	評価対象とする。
3	生物学的事象	設置許可						○	評価対象とする。
4	森林火災	設置許可				✔		×	発電所において最も厳しい条件で森林火災の影響評価を行い、評価上必要以上の防火帯を確保していることから、起因事象は発生しない。
5	地滑り	設置許可				✔		×	安全施設の安全機能に影響を及ぼす恐れのある地滑り箇所には土石流が流れ込むことを防止するための堰堤を設置している。また、土石流発生後、堰堤の健全性を確保できる堆積制限位以下になるように、土砂撤去を行う手順等を整備し、堆積制限位以下にできないと判断した場合にはプラントを停止する手順等を整備し、的確に実施する運用としていることから、起因事象は発生しない。
6	風（台風）	設置許可					✔	×	No.13 竜巻を含む強風に包含される。
7	凍結	設置許可				✔		×	安全施設は屋外機器で凍結のおそれのあるものに保温等の凍結防止対策を行うことにより、安全機能を損なうことのない設計としていることから、起因事象は発生しない。
8	降水	設置許可				✔		×	敷地の地表面は海に向けて順次低く設定されており、雨水は構外に排出されることから、起因事象は発生しない。
9	積雪	設置許可						○	評価対象とする。
10	落雷	設置許可						○	評価対象とする。
11	洪水	設置許可		✔				×	大飯発電所周辺地域における河川としては、敷地から南方向7km のところに佐分利川があるが、発電所が立地している大島半島にはなく、敷地の地形及び表流水の状況から判断して、敷地が洪水による被害を受けることはない。
12	高潮	設置許可					✔	×	津波評価に包含される。
13	竜巻を含む強風	No.SSG-25						○	評価対象とする。
14	火災	No.SSG-25				✔	✔	×	No.4 森林火災に包含される。
15	気象（降雨）	No.SSG-25				✔	✔	×	No.8 降水に包含される。
16	気象（高温）	No.SSG-25				✔		×	気温の上昇は緩慢であり、一過性のものである。また、各設備は大きな熱容量を有していることから、気象による高温の影響はなく、起因事象は発生しない。
17	気象（低温）	No.SSG-25				✔	✔	×	No.7 凍結に包含される。
18	気象（霧・もや）	No.SSG-25				✔		×	屋外設備は防滴・防水仕様となっており、高湿度・濃霧等の影響は生じない。また、屋内設備についても空調で管理されていることから、起因事象は発生しない。
19	気象（旱魃）	No.SSG-25				✔		×	取水源は海水であり、旱魃の影響を受けないことから起因事象は発生しない。
20	気象（降雪）	No.SSG-25					✔	×	No.9 積雪に包含される。
21	太陽風	No.SSG-25				✔		×	太陽フレアによる磁気嵐により誘導電流が発生する可能性があるが、日本では、磁気緯度、大地抵抗率の条件から地磁気変動が電力系統に影響を及ぼす可能性は極めて小さい。また太陽フレアによる電磁的障害については、上記の通りわが国における影響は極めて小さいことを鑑みれば、安全保護回路等には、落雷や電磁波対策を行い、鋼製筐体に収納され、遮蔽されていることから、起因事象は発生しない。
22	有毒・腐食性物質（火山灰）	No.SSG-25					✔	×	No.2 火山に包含される。
23	水理学的ハザード	No.SSG-25					✔	×	津波評価に包含される。

※：スクリーニング基準は以下の通り。
基準1：ハザードの発生頻度が極めて小さいことが明確である。
基準2：ハザードがプラントに影響を与えるほど近傍で発生しない。
基準3：ハザードが進展するタイムスケールがプラントの対処時間に比べて十分に長い。
基準4：ハザードがプラントに到達したと仮定しても、炉心損傷につながる起因事象を引き起こさないことが明らかである。
基準5：ハザードが他のハザードに包含される。

スクリーニングによる自然現象の選定



落雷による影響のイメージ

	プラントに及ぼす影響								
	機能維持							接近性	視認性
	荷重	温度	閉塞	浸水	電気的影響	腐食	磨耗	アクセス性	
風（台風）	○	－	－	－	－	－	－	○	－
降水	－	－	－	○	－	－	－	－	○
凍結	－	○	○	－	－	－	－	○	－
積雪	○	－	－	－	－	－	－	○	○
落雷	－	－	－	－	○	－	－	－	－
生物学的影響	－	－	○	－	○	－	－	－	－
森林火災	－	○	○	－	○	－	○	○	○
地震	○	－	－	－	－	－	－	○	○
津波	○	－	－	○	－	－	－	○	－

大飯発電所において想定される自然現象とプラントに及ぼす影響

3.1.4.3 事象進展と時間評価に関する評価

3.1.4.3.1 余裕時間に関する評価

(1) 評価の方針

「3.1.4.2.3 地震と津波の重畳事象」までのイベントツリーを用いたクリフエッジ評価においては、設計想定を超える地震又は津波に対する各緩和手段の地震又は津波に対する裕度を確認している。

ここで、設計想定を超える地震によって付随的に発生する背後斜面の崩壊や、津波防護施設を乗り越えるような津波の遡上波の影響には、大きな不確実さがあることから、アクセスルート確保や可搬設備を用いた屋外作業の準備時間に影響を与える可能性がある。

以上を踏まえ、本評価においては、緩和手段の準備等にかかる時間的余裕を把握することで、自然現象の持つ不確実さに対して脆弱点がないかについて確認する。

なお、屋内作業に関しては、それらの影響を受けないことから、本評価の対象外とする。

(2) 炉心損傷防止にかかる余裕時間

1) 評価対象

「3.1.4.2.3 地震と津波の重畳事象」において特定される、最も耐力を有する収束シナリオを評価対象とする。

ここで、出力運転時の炉心損傷防止及び運転停止時の炉心損傷防止のそれぞれに最も耐力を有する収束シナリオがあり、各収束シナリオにおける緩和手段の使用可否を整理した。余裕時間を確認する項目としては、屋外作業のうち比較的制限時間が短い作業を選定し、第 3.1.4.3.1.1 表のとおり「送水車を用いた復水ピットへ海水補給」とする。（整理結果の詳細については別紙 3.1.4.3.1(2)-1 参照）

第 3.1.4.3.1.1 表　収束シナリオで期待する屋外作業の一覧

緩和手段のうち屋外作業を伴うもの	取扱い及び考え方
補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動） （送水車を用いた復水ピットへの海水補給）	**余裕時間評価対象** 設置許可の有効性評価において最も早期に必要となる屋外作業であるため。
大容量ポンプによる補機冷却	余裕時間評価対象外 設置許可の有効性評価において制限時間が 62 時間以上と評価されており十分に長いため。
高圧注入による再循環炉心冷却（海水冷却）	
格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（海水冷却）	

また、本評価では下式に示す余裕時間を確認する。

余裕時間　＝　復水ピット枯渇時間　－　送水車を用いた復水ピットへの海水補給の準備完了時間

2) 制限時間の確認

余裕時間を算出するにあたり必要となる制限時間、すなわち屋外作業完了時間の目標時間については、本評価で対象とする収束シナリオと、設置許可における運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故のうち、「全交流電源喪失」の想定が同一であることから、この有効性評価の結果を用いる。

具体的には別紙 3.1.4.3.1(2)-2「全交流電源喪失（ＲＣＰシールＬＯＣＡが発生しない場合)」に示す通り、外部電源喪失、非常用所内交流電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失が発生し、緩和操作としてタービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水と主蒸気逃し弁による２次系強制冷却を実施するが、復水ピットが枯渇するのは、事象発生の約 18.7 時間後である。

以上を踏まえ「送水車用いた復水ピットへ海水補給」の制限時間については約 18.7 時間と評価した。

3) 屋外作業時間の評価

3-1) アクセスルートの選定

送水車については、斜面崩壊や津波による浸水の影響を考慮し、第 3.1.4.3.1.1 図に示す保管場所に設置されているものを使用する。

ここで、津波遡上等の影響を踏まえ、送水車から復水ピットまでのホース敷設の最適なルートを考慮した結果、屋外作業に係るアクセスルートは第 3.1.4.3.1.1 図のとおりとなる。

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.3.1.1 図　保管場所及びアクセスルート図

3-2) 屋外作業の時間評価

屋外作業の余裕時間を評価するにあたり、以下の項目について各々評価した。

3-2-1) 屋外作業の開始時間

津波評価での「3.1.4.2.2(2) 遡上解析による検証」の結果を踏まえると、事象発生の約 2 時間後以降には、取水ポイントである３，４号機海水ポンプエリアの高さ E.L.+8.0m を津波高さが超えない結果となっている。

しかし、今回のような想定を越える津波が発生した場合、現実的には大津波警報が継続して発信されていることも想定される。ここでは、屋外作業の開始に関する具体的な判断基準として、大津波警報が解除されることに加え、潮位

がほぼ通常時の高さに戻り、一定時間（目安としては潮位が戻るまでに要した時間の 2 倍程度）有意な変動が無いことを確認でき次第、屋外作業に着手することで作業員の安全を確保することとし、津波遡上範囲での作業着手を 4 時間後からとした。

ただし、発電所敷地内で標高が高く、津波が遡上しなかった範囲については、上記の判断を待たず、必要な準備が出来次第、屋外作業に着手することとした。

3-2-2) 斜面崩壊発生箇所等の復旧時間

選定したアクセスルートについて、地下構造物及び地層変化部による段差発生箇所の復旧並びに周辺斜面の崩壊により発生した堆積土砂及び津波により発生したガレキの撤去に要する作業時間を評価する。

a. 復旧条件

アクセスルート上に発生した段差はブルドーザにより復旧する。堆積土砂及びガレキはブルドーザにより道路脇に運搬することにより撤去する。復旧条件は以下のとおりとする。

・ガレキ除去要員は、事象発生後周辺の状況を確認しつつ、ブルドーザまで移動しアクセスルート復旧作業を開始する。

・ブルドーザにはヘッドライトがついているので、夜間でも作業は可能である。

・復旧箇所は、通行車両の規格を考慮して、幅員 3.0m とし、勾配 10%以下とする。

・アクセスルートの復旧に要する時間は、被害想定をもとに、構内の移動時間や段差復旧並びに堆積土砂及びガレキ撤去に要する時間を考慮することにより算出する。

・アクセスルートの復旧開始時間は、要員の移動時間

に余裕を見込んで事象発生 30 分後とする。

・地下構造物及び地層変化部による段差の復旧時間については、評価及び訓練の結果から、1 箇所の段差につき 10 分と評価する。

・ブルドーザの移動及び復旧速度は、評価及び訓練の結果から、第 3.1.4.3.1.2 表のとおりとする。

第 3.1.4.3.1.2 表　ブルドーザの移動及び復旧速度

	土砂崩落なし	土砂崩落あり
津波非冠水箇所 （ガレキを想定しない）	2km/h	85m/h （7 分/10m）
津波冠水箇所 （ガレキを想定する）	1.3km/h	50m/h

b. 復旧時間評価

アクセスルート復旧におけるブルドーザの移動ルート及び時間経過を示す。以下に示す第 3.1.4.3.1.2 図で①→⑤までを 4 時間 4 分（約 4.1 時間）にて復旧可能である。

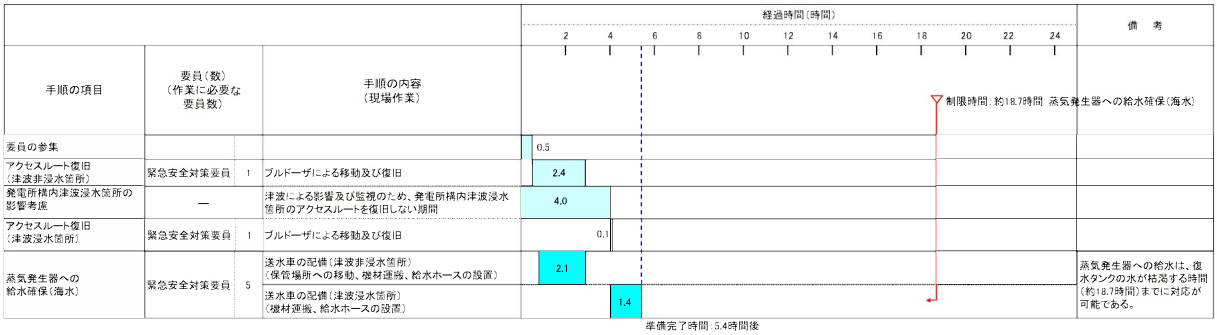
参考資料－4 に記載する。

第 3.1.4.3.1.2 図　アクセスルートの復旧時間

3-2-3) 屋外作業の準備完了時間の評価

アクセスルート復旧時間評価を踏まえ、屋外作業の準備完了時間を評価した。

蒸気発生器による炉心冷却（２次系冷却）継続のための復水ピットへの海水補給については、第 3.1.4.3.1.3 図、第 3.1.4.3.1.4 図に示すとおり、約 5.4 時間で準備完了となる。



第 3.1.4.3.1.3 図　２次系冷却継続のための海水の復水ピット補給の対応手順と所要時間

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.3.1.4 図　２次系冷却継続のための海水の復水ピット補給の屋外作業場所

4) 余裕時間の評価

2)項の制限時間及び 3)項の準備完了時間の評価結果を踏まえ、余裕時間の算出を行った。結果は第 3.1.4.3.1.3 表のとおり約 13 時間であり、炉心損傷防止に係る対策は、制限時間内に十分に

余裕をもって準備を完了させることができることを確認した。

第 3.1.4.3.1.3 表　余裕時間の評価結果

制限時間 （A）	準備完了時間 （B）	余裕時間 （A）－（B）
約 18.7 時間 （復水ピット枯渇時間）	約 5.4 時間 （送水車による復水ピットへの海水補給）	**約 13 時間** (13.3 時間)

(3) 格納容器損傷防止にかかる余裕時間

1) 評価対象

「3.1.4.2.3 地震と津波の重畳事象」において特定される、最も耐力を有する収束シナリオを評価対象とする。

ここで、収束シナリオにおける緩和手段の使用可否を整理した上で、余裕時間を確認する項目としては、屋外作業のうち比較的制限時間が短い作業を選定し、第 3.1.4.3.1.4 表のとおり「可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ」とする。

（整理結果の詳細については別紙 3.1.4.3.1(3)-1 参照）

第 3.1.4.3.1.4 表　収束シナリオで期待する屋外作業の一覧

緩和手段のうち屋外作業を伴うもの	取扱い及び考え方
可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	**余裕時間評価対象** 設置許可の有効性評価において最も早期に必要となる屋外作業であるため。
格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（海水冷却）	余裕時間評価対象外 設置許可の有効性評価において制限時間が 24 時間以上と評価されており比較的長いため。

また、本評価では下式に示す余裕時間を確認する。

余裕時間　＝　燃料取替用水ピットが枯渇する時間　－　可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイの準備完了時間

2) 制限時間の確認

余裕時間を算出するにあたり必要となる制限時間、すなわち屋外作業完了の目標時間については、本評価で対象とする収束シナリオと、設置許可における運転中の原子炉における重大事故のうち「格納容器過温破損」の想定が類似していることから、この有効性評価の結果を準用する。

具体的には別紙 3.1.4.3.1(3)-2 に示すとおり、「格納容器過温破損」の解析条件としては、外部電源喪失、非常用所内電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失相当に補助給水機能喪失を仮定しており、格納容器損傷防止対策のクリフエッジシナリオである主蒸気管破断と比較した場合に、２次系破断による蒸気発生器２次側圧力低下による１次系の過冷却の有無に違いがあるものの、蒸気発生器２次側の除熱機能が喪失するという観点では同等である。

「格納容器過温破損」の有効性評価では、事象発生後約 3.1 時間後に炉心損傷に至り、約 3.6 時間後に恒設代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイを開始する。そして約 17.9 時間後に燃料取替用水ピットが枯渇することとなる。

ただし、「格納容器過温破損」での補助給水機能喪失と、クリフエッジシナリオでの２次系破断との差異による不確実さを考慮して２時間の保守性を加えることとし、「可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ」の制限時間については約 15.9 時間と評価した。

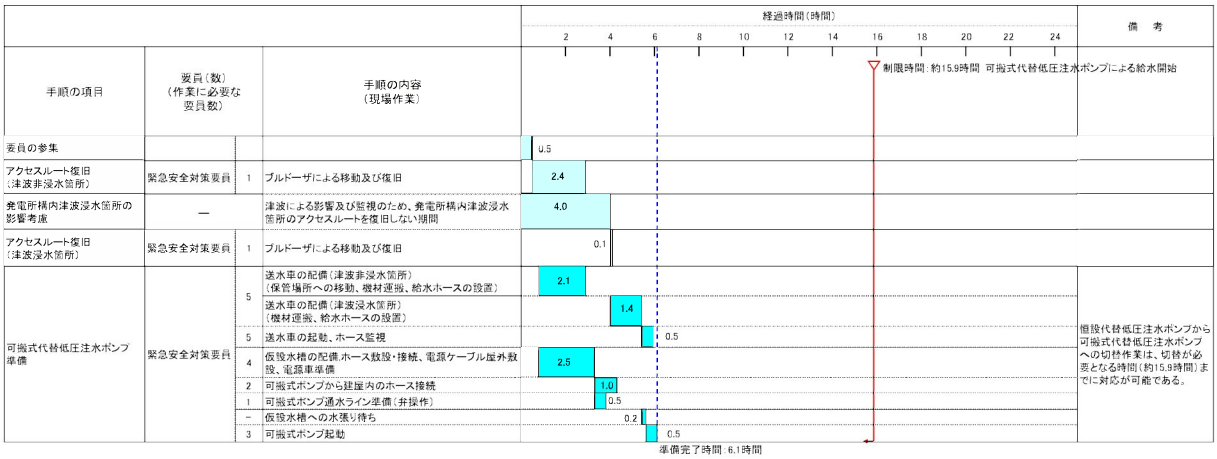
3) 屋外作業時間の評価

3-1) アクセスルートの選定

可搬式代替低圧注水ポンプ等については、斜面崩壊や津波による浸水の影響を考慮し、第 3.1.4.3.1.1 図に示す保管場所に設置されているものを使用する。また、取水ポイントについては、津波遡上等の影響を踏まえた最適なルートを考慮し、第 3.1.4.3.1.1 図に示すとおり３，４号機海水ポンプエリアとする。

3-2) 屋外作業の準備完了時間の評価

屋外作業の余裕時間を評価するにあたっては、(2)項「炉心損傷防止にかかる余裕時間」と同じ条件で以下の項目について各々評価した結果、第 3.1.4.3.1.5 図、第 3.1.4.3.1.6 図に示すとおり、約 6.1 時間で準備完了となる。



第 3.1.4.3.1.5 図　可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイの対応手順と所要時間

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.3.1.6 図　可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイの屋外作業場所

4) 余裕時間の評価

2)項の制限時間及び 3)項の準備完了時間の評価結果を踏まえ、余裕時間の算出を行った。結果は第 3.1.4.3.1.5 表のとおり約 9 時間であり、格納容器損傷防止にかかる対策は、制限時間内に十分に余裕をもって準備を完了させることができることを確認した。

第 3.1.4.3.1.5 表　余裕時間の評価結果

制限時間 （A）	準備完了時間 （B）	余裕時間 （A）－（B）
約 15.9 時間 （燃料取替用水ピット枯渇時間）	約 6.1 時間 （可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ）	**約 9 時間** (9.8 時間)

(4) 使用済燃料ピットの燃料損傷防止にかかる余裕時間

1) 評価対象

「3.1.4.2.3 地震と津波の重畳事象」において特定される最も耐力を有する収束シナリオを評価対象とする。

本評価で取り扱う収束シナリオは、起因事象として外部電源

喪失と原子炉補機海水冷却系の全喪失が発生し、さらに非常用所内電源からの給電機能が喪失することで全交流電源喪失に至った状態において、屋外に保管されている送水車を用いて使用済燃料ピットへ海水を補給することで使用済燃料ピットの燃料の健全性を確保する。したがって、「送水車による注水（海水）」の時間余裕を確認する。

また、本評価では下式に示す余裕時間を確認する。

余裕時間 ＝ 使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下する時間 － 送水車による海水注水の準備完了時間

2) 制限時間の確認

余裕時間を算出するにあたり必要となる制限時間、すなわち屋外作業完了の目標時間については、本評価で対象とする収束シナリオと、設置許可における使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故のうち「想定事故１」の想定が同一であることから、この有効性評価の結果を用いる。

具体的には別紙 3.1.4.3.1(4)-1 に示すとおり、原子炉補機冷却機能喪失と全交流電源喪失が発生し、ＳＦＰ冷却機能及び注水機能が喪失した場合、使用済燃料ピット水温が徐々に上昇し、約 12 時間で 100℃に到達し、ＳＦＰ水位は緩慢に低下する。その後、ＳＦＰ水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下するのは、事象発生の約 2.6 日後である。

以上を踏まえ、送水車による注水（海水）の制限時間については約 2.6 日と評価した。

3) 屋外作業時間の評価

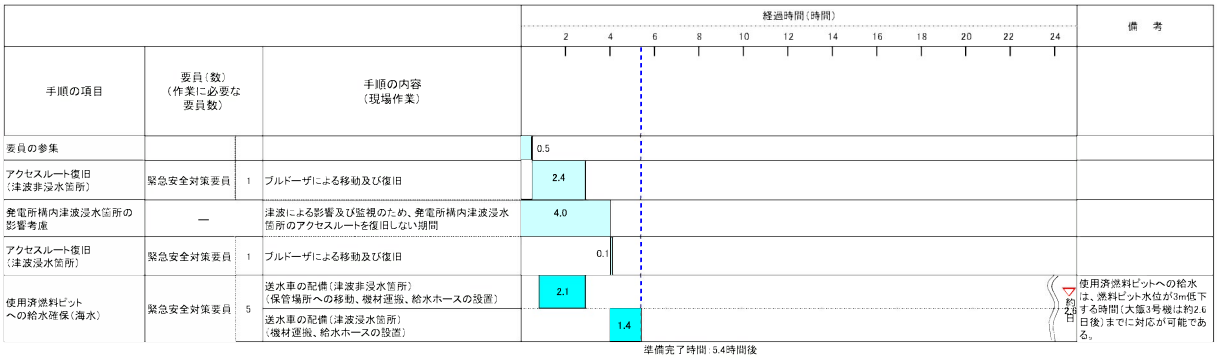
3-1) アクセスルートの選定

送水車については、斜面崩壊や津波による浸水の影響を考

慮し、第 3.1.4.3.1.1 図に示す保管場所に設置されているものを使用する。また、取水ポイントについては津波遡上等の影響を踏まえた最適なルートを考慮し、第 3.1.4.3.1.1 図に示すとおり３，４号機海水ポンプエリアとする。

3-2) 屋外作業の準備完了時間の評価

屋外作業の余裕時間を評価するにあたっては、(2)項「炉心損傷防止にかかる余裕時間」と同じ条件で以下の項目について各々評価した結果、第 3.1.4.3.1.7 図、第 3.1.4.3.1.8 図に示すとおり、約 5.4 時間で準備完了となる。



第 3.1.4.3.1.7 図　使用済燃料ピットへの送水車ポンプによる海水注水の対応手順と所要時間

参考資料－４に記載する。

第 3.1.4.3.1.8 図　使用済燃料ピットへの送水車による注水（海水）の屋外作業場所

4) 余裕時間の評価

2)項の制限時間及び 3)項の準備完了時間の評価結果を踏まえ、余裕時間の算出を行った。結果は第 3.1.4.3.1.6 表のとおり約 56 時間であり、使用済燃料ピットの燃料損傷防止にかかる対策は、制限時間内に十分に余裕をもって準備を完了させることができることを確認した。

第 3.1.4.3.1.6 表　余裕時間の評価結果

制限時間 （A）	準備完了時間 （B）	余裕時間 （A）－（B）
約 2.6 日 （約 62 時間（最低水位までの低下時間））	約 5.4 時間 （送水車による使用済燃料ピットへの海水注水）	**約 56 時間** （56.6 時間）

3.1.4.3.2 緩和機能の継続を必要とする時間の評価

(1) 評価の方針

本検討は、「3.1.4.3.1 余裕時間に関する評価」の評価結果を踏まえ、駆動用の燃料補給を必要とする影響緩和機能を対象として、発電所内に備蓄している燃料で事故対応が可能かどうかを評価する。評価期間については、設置許可での想定と同じく外部からの支援が期待できない期間として 7 日間を設定する。

なお、水源の枯渇時間に関しては「3.1.4.3.1 余裕時間に関する評価」において、復水ピット及び燃料取替用水ピットの枯渇時間を評価した。

(2) 継続時間評価

本評価においては、「3.1.4.3.1(2) 炉心損傷防止にかかる余裕時間」、「3.1.4.3.1(3) 格納容器損傷防止にかかる余裕時間」及び「3.1.4.3.1(4) 使用済燃料ピットの燃料損傷防止にかかる余裕時間」で取り扱うシナリオにおいて、送水車及び可搬式代替低圧注水ポンプが使用する重油、軽油の燃料消費量について評価を行う。

ここで、上記の各シナリオについては、有効性評価において全交流電源喪失とし、事象発生直後から補機類が起動した最も厳しい条件にて発電所内に備蓄している燃料により必要な対策を 7 日間継続することが可能であることを第 3.1.4.3.2.1 表の通り確認している。(詳細については別紙 3.1.4.3.2(2)-1 参照)

また、「3.1.4.2.3 地震と津波の重畳事象」における「3.1.4.2.3(2)b. 原子炉建屋の背後斜面等のすべり及び剥落」の評価結果より、発電所に備蓄してある燃料である軽油ドラム缶、燃料油貯蔵タンク及び重油タンクは斜面崩壊及び津波遡上の影響を受けないことを確認した。

以上より、当該の緩和手段を 7 日間継続することが可能である。

第 3.1.4.3.2.1 表　燃料の使用量及び備蓄量

	起動を想定する補機	7 日間での 消費量（kℓ）	備蓄量(kℓ)
重油	・空冷式非常用発電装置 ・可搬式代替低圧注水ポンプ ・大容量ポンプ 等	191.6kℓ	548kℓ
軽油	・送水車 ・水中ポンプ	10.5kℓ	21.0kℓ※

※：３，４号機合計の値

緩和手段 （イベントツリーのヘディング）	主な 操作場所	出力時 炉心損傷防止			停止時 炉心損傷防止			評価シナリオにおける考え方
		1.26G	9.9m※	1.07Gと 8.0mの重畳	1.26G	9.9m※	1.25Gと 8.0mの重畳	
原子炉停止	屋内	○	○	○	—	—	—	機能喪失しない。
非常用所内電源からの給電	屋内	○	—	○	○	—	○	機能喪失しない。
高圧注入による炉心への注水	屋内	○	—	○	○	—	○	機能喪失しない。
加圧器逃し弁よる減圧 （フィードアンドブリード）	屋内	○	—	○	—	—	—	機能喪失しない。
格納容器スプレイによる格納容器除熱	屋内	○	—	○	—	—	—	機能喪失しない。
高圧注入による再循環炉心冷却 （CCW冷却）	屋内	○	—	○	○	—	○	機能喪失しない。
格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却	屋内	○	—	○	○	—	○	機能喪失しない。
格納容器内自然対流冷却によるう格納容器除熱 （CCW）	屋内	○	—	○	○	—	○	機能喪失しない。
余熱除去系による冷却	屋内	—	—	—	○	—	○	機能喪失しない。
充てん注入による炉心への注水	屋内	—	—	—	○	—	○	機能喪失しない。
格納容器スプレイによる代替再循環炉心冷却	屋内	—	—	—	○	—	○	機能喪失しない。
補助給水による蒸気発生器への給水 （タービン動）	屋内 及び **屋外**	—	○	○	—	—	—	**余裕時間評価対象** 蒸気発生器への給水は復水ピット枯渇まで実施できるとし、炉心損傷防止の観点で、屋外作業である送水車を用いた補給（海水）までの余裕時間を確認する。
空冷式非常用発電装置からの給電	屋内	—	○	○	—	○	○	機能喪失しない。
主蒸気逃し弁による熱放出 （手動・現場）	屋内	—	○	○	—	—	—	機能喪失しない。
蓄圧注入による炉心への注水	屋内	—	○	○	—	—	—	機能喪失しない。
恒設代替低圧注水ポンプによる炉心への注水	屋内	—	○ （※1）	○ （※1）	—	○	○	機能喪失しない。 ※1：シールLOCAなしシナリオでは期待しない。 （以下同様）
大容量ポンプによる補機冷却	**屋外**	—	○ （※1） （※2）	○ （※1） （※2）	—	○ （※2）	○ （※2）	※2：設置許可の有効性評価において制限時間が62時間以上と十分に長いことを評価済みであり、確認項目としない。
高圧注入による再循環炉心冷却 （海水）	屋内 及び **屋外**	—	○ （※1） （※2）	○ （※1） （※2）	—	○ （※2）	○ （※2）	
格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱 （海水冷却）	屋内 及び **屋外**	—	○ （※1） （※2）	○ （※1） （※2）	—	○ （※2）	○ （※2）	

※：遡上を考慮したクリフエッジ津波高さ

＜使用可否にかかる凡例＞
○：期待できる
－：シナリオ上期待しない

各収束シナリオにおける緩和手段の使用可否一覧

「全交流動力電源喪失」の主要解析条件

（外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失）（1/3）

項目		主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード		M－RELAP5	本重要事故シーケンスの重要現象である炉心における沸騰・ボイド率変化、気液分離・対向流等を適切に評価することが可能であるコード。
初期条件	炉心熱出力 （初期）	100%(3,411MWt)×1.02	評価結果を厳しくするように、定常誤差を考慮した上限値として設定。炉心熱出力が大きいと崩壊熱が大きくなり、1次冷却材の蒸散量及び燃料被覆管温度の評価の観点から厳しい設定。
	1次冷却材圧力 （初期）	15.41+0.21MPa[gage]	評価結果を厳しくするように、定常誤差を考慮した上限値として設定。1次冷却材圧力が高いと2次冷却系強制冷却による減温、減圧が遅くなるとともに、蓄圧注入のタイミングが遅くなり、比較的低温の冷却材が注水されるタイミングが遅くなることから、厳しい設定。
	1次冷却材平均温度 （初期）	307.1+2.2℃	評価結果を厳しくするように、定常誤差を考慮した上限値として設定。1次冷却材平均温度が高いと2次冷却系強制冷却による減温、減圧が遅くなるとともに、蓄圧注入のタイミングが遅くなり、比較的低温の冷却材が注水されるタイミングが遅くなることから、厳しい設定。
	炉心崩壊熱	FP：日本原子力学会推奨値 アクチニド：ORIGEN2 （サイクル末期を仮定）	サイクル末期炉心の保守的な値を設定。燃焼度が高いと高次のアクチニドの蓄積が多くなるため、長期冷却時の崩壊熱は大きくなる。このため、燃焼度が高くなるサイクル末期時点を対象に崩壊熱を設定。
	蒸気発生器 2次側保有水量 （初期）	50t（1基当たり）	設計値として設定。

項目		主要解析条件	条件設定の考え方
事故条件	起因事象	外部電源喪失	外部電源喪失が発生するものとして設定。
	安全機能の喪失に対する仮定	非常用所内交流電源喪失 原子炉補機冷却機能喪失	非常用所内交流電源が喪失し、原子炉補機冷却機能喪失するものとして設定。
	外部電源	外部電源なし	起因事象として、外部電源が喪失するものとしている。
	ＲＣＰシール部からの漏えい率（初期）	定格圧力において 約 4.8m³/h（21gpm）（1台当たり） 相当となる口径 約 0.3cm（約 0.13 インチ） （1台当たり） （事象発生時からの漏えいを想定）	WCAP-15603 のうちシールが健全な場合の漏えい率の値として設定。
重大事故等対策に関連する機器条件	原子炉トリップ信号	1次冷却材ポンプ回転数低 （定格値の 92.6%、応答時間 0.6 秒）	トリップ設定値に計装誤差を考慮した低めの値として解析に用いるトリップ限界値を設定。検出遅れや信号発信遅れ時間等を考慮した遅めの値として、応答時間を設定。
	タービン動補助給水ポンプ	事象発生の 60 秒後に注水開始	タービン動補助給水ポンプの作動時間は、信号遅れとポンプの定速達成時間に余裕を考慮して設定。
		200m³/h（蒸気発生器 4 基合計）	タービン動補助給水ポンプの設計値 250m³/h から、ミニフロー流量 50m³/h を除いた値により設定。
	主蒸気逃がし弁容量	定格ループ流量（ループ当たり）の 10%（1個当たり）	定格運転時において、設計値として各ループに設置している主蒸気逃がし弁1個当たり定格主蒸気流量（ループ当たり）の約 10%を処理できる流量として設定。
	蓄圧タンク保持圧力	4.04MPa[gage] （最低保持圧力）	炉心への注水のタイミングを遅くする最低の圧力として設定。
	蓄圧タンク保有水量	26.9m³（1基当たり） （最低保有水量）	最低の保有水量を設定。
	漏えい停止圧力	0.83MPa[gage]	1次冷却材ポンプ封水戻りラインに設置している逃がし弁の閉止圧力を基に設定。

「全交流動力電源喪失」の主要解析条件

（外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失）（2/3）

「全交流動力電源喪失」の主要解析条件

（外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失）（3/3）

項目		主要解析条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する操作条件	2次冷却系強制冷却開始（主蒸気逃がし弁開）	事象発生から30分後	運転員等操作時間として、事象発生の検知及び判断に10分、主蒸気逃がし弁の現場開操作に20分を想定して設定。
	交流電源確立	事象発生の24時間後	－
	1次冷却材温度・圧力の保持	1次冷却材温度208℃（約1.7MPa[gage]）到達時 及び 1次冷却材温度170℃（約0.7MPa[gage]）到達時	208℃については、蒸気発生器2次側冷却による1次冷却系の自然循環を阻害するおそれがある窒素の混入を防止するために、蓄圧タンクから1次冷却系に窒素が混入する圧力である約1.2MPa[gage]に対して、0.5MPaの余裕を考慮して設定。また、170℃については、余熱除去系への切り替え等を考慮して設定。
	蓄圧タンク出口弁閉止	1次冷却材圧力約1.7MPa[gage]到達及び代替交流電源確立（24時間）から10分後	運転員等操作時間として、蓄圧タンク出口弁の駆動源である代替交流電源確立の検知及び判断に10分を想定し設定。
	2次冷却系強制冷却再開（主蒸気逃がし弁開）	蓄圧タンク出口弁閉止から10分後	運転員等操作時間として、主蒸気逃がし弁の調整操作に10分を想定し設定。
	補助給水流量の調整	蒸気発生器狭域水位内	運転員操作として、蒸気発生器狭域水位内に維持するように設定。

緩和手段 （イベントツリーのヘディング）	主な 操作場所	格納容器損傷防止 （1.26G、9.9m※、 1.24Gと8.0mの重畳）	評価シナリオにおける考え方
空冷式非常用発電装置からの給電	屋内	○	機能喪失しない。
格納容器隔離	屋内	○	機能喪失しない。
イグナイタ及び静的水素結合装置による水素処理	屋内	○	機能喪失しない。
加圧器逃し弁（窒素ボンベ）による1次系強制減圧	屋内	○	機能喪失しない。
恒設代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	屋内	○	機能喪失しない。
可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	**屋外**	○	**余裕時間評価対象** 恒設代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイは、燃料取替用水ピットが枯渇するまで実施できるとし、格納容器損傷防止の観点で、屋外作業である可搬式代替低圧注水ポンプを用いた格納容器スプレイまでの余裕時間を評価する。
格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（海水冷却）	屋内 及び **屋外**	○	設置許可の有効性評価において制限時間が24時間と比較的長いことを評価済みであり、確認項目としない。

※：遡上を考慮したクリフエッジ津波高さ

＜使用可否にかかる凡例＞
○：期待できる
－：シナリオ上期待しない

各収束シナリオにおける緩和手段の使用可否一覧

「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件

（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（1/3）

項目		主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード		ＭＡＡＰ	本評価事故シーケンスの重要な現象である炉心における燃料棒内温度変化、燃料棒表面熱伝達等を適切に評価することが可能であるプラント過渡解析コード。
初期条件	炉心熱出力（初期）	100%（3,411MWt）×1.02	評価結果を厳しくするように、定常誤差を考慮した上限値として設定。炉心熱出力が大きいと崩壊熱が大きくなり、炉心冷却の観点から厳しい設定。
	１次冷却材圧力（初期）	15.41+0.21MPa[gage]	評価結果を厳しくするように、定常誤差を考慮した上限値として設定。１次冷却材圧力が高いと原子炉格納容器へのエネルギー放出が大きくなり、原子炉格納容器冷却の観点から厳しい設定。
	１次冷却材平均温度（初期）	307.1+2.2℃	評価結果を厳しくするように、定常誤差を考慮した上限値として設定。１次冷却材温度が高いと原子炉格納容器へのエネルギー放出が大きくなり、原子炉格納容器冷却の観点から厳しい設定。
	炉心崩壊熱	ＦＰ：日本原子力学会推奨値 アクチニド：ORIGEN2 （サイクル末期を仮定）	サイクル末期炉心の保守的な値を設定。燃焼度が高いと高次のアクチニドの蓄積が多くなるため、長期冷却時の崩壊熱は大きくなる。このため、燃焼度が高くなるサイクル末期時点を対象に崩壊熱を設定。
	蒸気発生器２次側保有水量（初期）	50t（１基当たり）	設計値として設定。
	原子炉格納容器自由体積	72,900m^3	評価結果を厳しくするように、原子炉格納容器自由体積の設計値に余裕を考慮した小さい値を設定。原子炉格納容器自由体積が小さいと、原子炉格納容器圧力及び温度の上昇が大きくなり、原子炉格納容器冷却の観点から厳しい設定。
	ヒートシンク	設計値に余裕を考慮した小さい値	評価結果を厳しくするように、ヒートシンクの設計値に余裕を考慮した小さい値を設定。ヒートシンクが小さいと、原子炉格納容器圧力及び温度の上昇が大きくなり、原子炉格納容器冷却の観点から厳しい設定。

「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件

（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（2/3）

項目		主要解析条件	条件設定の考え方
事故条件	起因事象	外部電源喪失	起因事象として、外部電源喪失が発生するものとして設定。
	安全機能の喪失に対する仮定	・外部電源喪失時に非常用所内交流電源喪失 ・補助給水機能喪失 ・原子炉補機冷却機能喪失	原子炉格納容器へ注水されず過熱に至る観点で外部電源喪失時に非常用所内交流電源及び補助給水機能の喪失を設定。代替格納容器スプレイ及び格納容器内自然対流冷却の有効性を確認する観点から原子炉補機冷却機能の喪失を設定。
	ＲＣＰシール部からの漏えい率（初期）	約 4.8m^3/h（1台当たり） （事象発生時からの漏えいを仮定）	WCAP-15603 のシールが健全な場合の漏えい率として1台当たり約 4.8m^3/h（21gpm 相当）を設定。
	外部電源	外部電源なし	「安全機能の喪失に対する仮定」に示すとおり、外部電源なしを想定。
	水素の発生	ジルコニウム－水反応を考慮	水素の発生による原子炉格納容器圧力及び温度に対する影響を考慮する観点で、水素発生の主要因となるジルコニウム－水反応を考慮。なお、水の放射線分解等による水素発生量は少なく、影響が軽微であることから考慮していない。

項目			主要解析条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する機器条件	原子炉トリップ信号		1次冷却材ポンプ回転数低 （定格回転数の92.6%） （応答時間0.6秒）	トリップ設定値に計装誤差を考慮した低い値としてトリップ限界値を設定。検出遅れ、信号発信遅れ時間等を考慮して応答時間を設定。
	蓄圧タンク保持圧力		4.04MPa[gage] （最低保持圧力）	炉心への注水のタイミングを遅くし、炉心損傷のタイミングを早める観点から最低保持圧力を設定。
	蓄圧タンク保有水量		26.9m³（1基当たり） （最低保有水量）	最低の保有水量を設定。
	加圧器逃がし弁		95t/h(1個当たり) （2個）	加圧器逃がし弁の設計値を設定。
	代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイ流量		130m³/h	設計上期待できる値として設定
	格納容器再循環ユニット		2基 1基当たりの除熱特性： 100℃～約168℃、 約4.1MW～約11.2MW	設計値より小さい値を設定。
重大事故等対策に関連する操作条件	加圧器逃がし弁開		炉心溶融開始の10分後	運転員等操作時間を考慮して設定。
	代替低圧注水ポンプによる代替格納容器スプレイの運転条件	開始	炉心溶融開始の30分後	運転員操等作時間を考慮して設定。
		一旦停止	格納容器再循環サンプ水位71%到達 （原子炉格納容器保有水量2,000m³相当） ＋ 原子炉格納容器最高使用圧力未満	原子炉格納容器内注水の停止条件に余裕を見た値として設定。（燃料取替用水ピット保有水のほぼ全量に相当する水量）
		再開	原子炉格納容器最高使用圧力到達の30分後	運転員等操作時間を考慮して設定。
		停止	事象発生の24時間後	格納容器内自然対流冷却の開始に伴い停止。
	格納容器再循環ユニットによる格納容器内自然対流冷却開始		事象発生の24時間後	運転員等操作時間を考慮して設定。

「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件

（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（3/3）

項目		主要評価条件	条件設定の考え方
初期条件	使用済燃料ピット崩壊熱	11.674MW	核分裂生成物が多く崩壊熱が高めとなるように、原子炉の運転停止後に取り出された全炉心分の燃料と過去に取り出された燃料（１、２、４（３）号炉分含む。）を合わせて、使用済燃料ピット貯蔵容量満杯にした保管した状態を設定。崩壊熱の計算に当たっては、核分裂生成物については日本原子力学会推奨値、アクチニドについてはORIGEN2を用いて算出。
	事象発生前使用済燃料ピット水温（初期水温）	40℃	使用済燃料ピット水温の実測値に基づき、標準的な温度として設定。
	事象発生前使用済燃料ピット水位（初期水位）	燃料頂部より 7.38m	使用済燃料ピット水位の実運用に基づき設定。 使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の燃料取替建屋の遮蔽設計基準値(0.15mSv/h)以下となるための許容水位低下量は約 3.19m であり、評価に使用する水位低下量を保守的に 3m とする。これにより、使用済燃料ピット水位は燃料頂部より約 7.57m であるが、初期水位を燃料頂部より 7.38m と設定。
	使用済燃料ピットに隣接するピットの状態	Ａエリア、Ｂエリア、 原子炉補助建屋キャナル及び 燃料検査ピット接続	燃料取出直後の状態に基づき設定するが、水温100℃まで上昇する時間の評価は、Ａエリアのみを考慮して設定。また、水量は使用済燃料、ラック等の体積を除いて算出。
事故条件	安全機能の喪失に対する仮定	使用済燃料ピット冷却機能及び 注水機能喪失	使用済燃料ピット冷却機能及び注水機能が喪失するものとして設定。
	外部電源	外部電源なし	外部電源がない場合とある場合では、事象進展は同じであることから、資源の評価の観点で厳しくなる外部電源がない場合を想定。

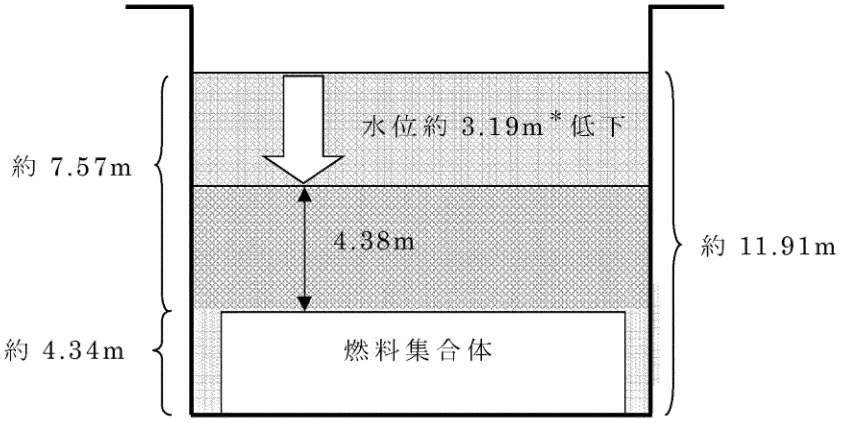
「想定事故 1」の主要評価条件

（使用済燃料ピット冷却及び補給水系の故障）（1/2）

「想定事故 1」の主要評価条件

（使用済燃料ピット冷却及び補給水系の故障）（2/2）

項目		主要評価条件	条件設定の考え方
重大事故等対策に関連する機器条件	放射線の遮蔽が維持できる最低水位	燃料頂部から 4.38m	使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の遮蔽設計基準値(0.15mSv/h)となる水位を設定。
	送水車の使用済燃料ピットへの注水流量	25m^3/h	崩壊熱による蒸発水量に対して燃料損傷防止が可能な流量として設定。
重大事故等対策に関連する操作条件	送水車による使用済燃料ピットへの注水開始	事象発生の 5.2 時間後	使用済燃料ピット水位を放射線の遮蔽が維持できる水位に保つ必要があり、放射線の遮蔽が維持できる最低水位に到達するまでに注水操作を実施するとして、事象発生の確認及び移動に必要な時間等を考慮して設定。



使用済燃料ピット水位概要図

		評価結果
①3m*分の評価水量（m^3）		—
	Aエリア	約 527 m^3
	Bエリア	約 342 m^3
	A,Bエリア間	約 6 m^3
	原子炉補助建屋キャナル	約 52 m^3
	燃料検査ピット	約 72 m^3
計		999 m^3
②崩壊熱による保有水蒸散量		19.44 m^3/h
③3m水位低下時間（①／②）		約 2.1 日間
④水温 100℃までの時間		約 12 時間
合計（③＋④）		約 2.6 日間

＊ 使用済燃料ピット中央水面の線量率が燃料取替時の遮蔽設計基準値(0.15mSv/h)以下となるための許容水位低下量は約 3.19m であり、評価に使用する水位低下量を保守的に 3m とした。

「想定事故 1」の使用済燃料ピット水位低下時間評価結果

１－１．燃料消費量（重油）に関する評価（全交流動力電源喪失を想定した事象）

燃料種別		重油	
号炉		３号炉	４号炉
時系列	事象発生直後～７日間（＝168ｈ）	空冷ＤＧ（3 号炉用 2 台）起動 （保守的に事象発生後すぐの起動を想定） 燃費約 397ℓ/h（定格負荷）×2 台×24h×7 日間=約 133,392ℓ	空冷ＤＧ（4 号炉用 2 台）起動 （保守的に事象発生後すぐの起動を想定） 燃費約 397ℓ/h（定格負荷）×2 台×24h×7 日間=約 133,392ℓ
	事象発生直後～７日間（＝168ｈ）	緊急時対策所用発電機（3,4 号炉用１台）起動 （保守的に事象発生後すぐの起動を想定） 燃費約 18.1ℓ/h×1 台×24h×7 日間＝約 3,041ℓ	緊急時対策所用発電機（3,4 号炉用予備１台）起動 （保守的に事象発生後すぐの起動を想定） 燃費約 18.1ℓ/h×1 台×24h×7 日間＝約 3,041ℓ
	事象発生直後～事象発生後 24h 後（＝24h）	可搬式代替低圧注水ポンプ用 エンジン式発電機（3 号炉用１台）起動 燃費約 126ℓ/h（定格負荷）×1 台×24h=約 3,024ℓ	可搬式代替低圧注水ポンプ用 エンジン式発電機（4 号炉用１台）起動 燃費約 126ℓ/h（定格負荷）×1 台×24h=約 3,024ℓ
	事象発生直後～事象発生後 7 日間（＝168h）	大容量ポンプ（3,4 号炉用１台）起動 燃費約 310ℓ/h（定格負荷）×168h=約 52,080ℓ	大容量ポンプ（3,4 号炉用予備１台）起動 燃費約 310ℓ/h（定格負荷）×168h=約 52,080ℓ
合計		7 日間 3 号炉で消費する重油量　約 191,537ℓ	7 日間 4 号炉で消費する重油量　約 191,537ℓ
結果		3 号炉に備蓄している重油量の使用可能量は 548kℓ（重油タンク（160kℓ、2 基）、燃料油貯蔵タンク（114kℓ、2 基）の合計）であることから、7 日間は十分に対応可能	4 号炉に備蓄している重油量の使用可能量は 548kℓ（重油タンク（160kℓ、2 基）、燃料油貯蔵タンク（114kℓ、2 基）の合計）であることから、7 日間は十分に対応可能

１－２．燃料消費量（軽油）に関する評価

燃料種別		軽油	
号炉		３号炉	４号炉
時系列	事象発生後～事象発生後 7 日間（＝168h）	3 号送水車起動 燃費約 54ℓ/h×168h=約 9,072ℓ	4 号送水車起動 燃費約 54ℓ/h×168h=約 9,072ℓ
	事象発生後～事象発生後 7 日間（＝168h）	3 号水中ポンプ起動 燃費約 8.5ℓ/h×168h=約 1,428ℓ	3 号水中ポンプ起動 燃費約 8.5ℓ/h×168h=約 1,428ℓ
合計		7 日間 3,4 号炉で消費する軽油量の合計　約 21,000ℓ	
結果		発電所に備蓄している軽油量の合計は 21,000ℓであることから、７日間は十分に対応可能	

燃料消費に関する評価結果

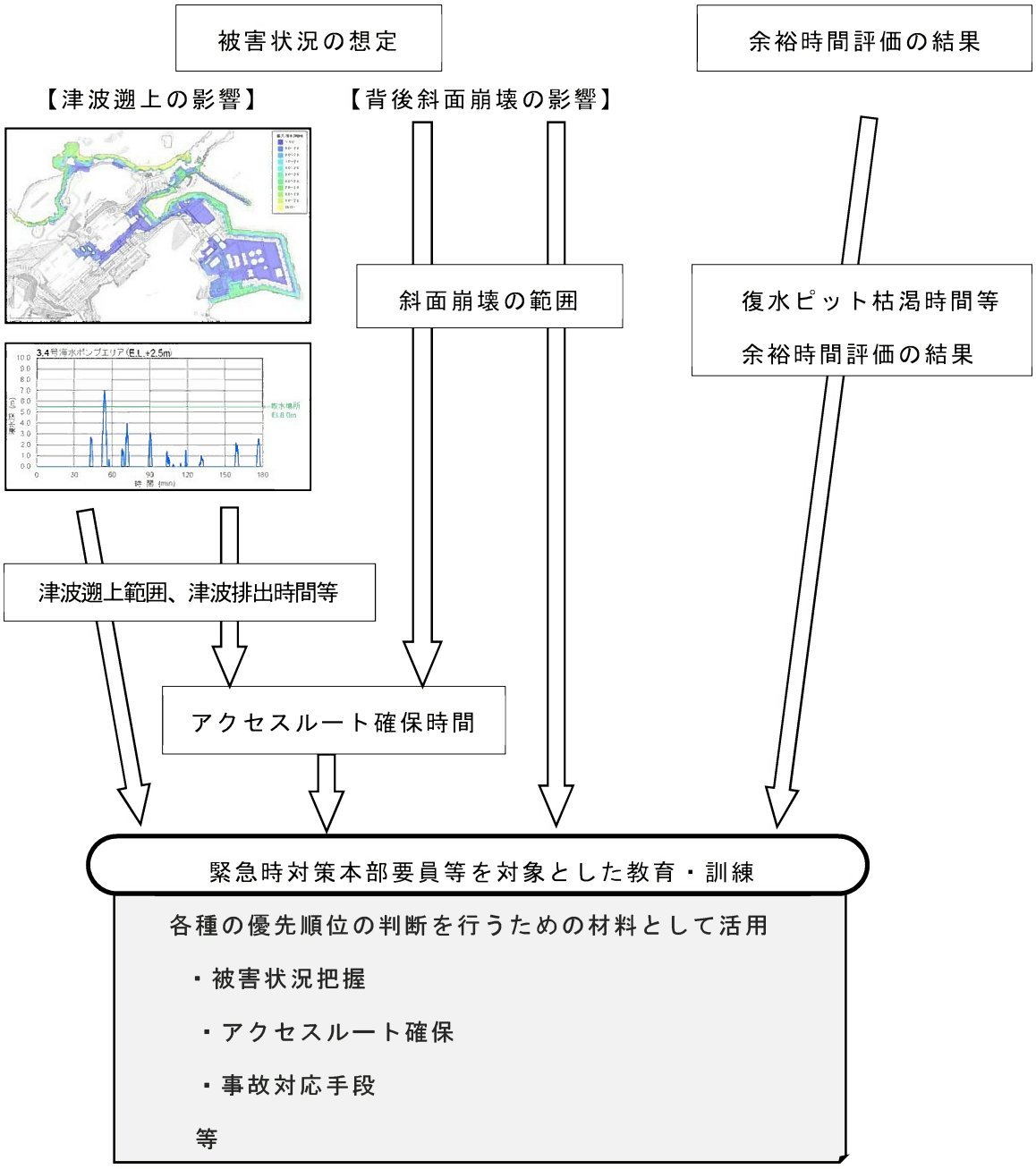
3.1.4.4 安全裕度評価より抽出された追加措置

安全裕度評価により抽出された追加措置及び期待される効果について以下に示す。

(1) 緊急時対策本部要員等を対象とした教育・訓練への活用

前項までの評価より、地震と津波の重畳事象及び随伴事象等が発生し、クリフエッジに到達した際には、使用可能な機器が限定されることに加えて、限られた時間余裕の中で必要な作業等を完了させる必要があることを確認した。

これらの評価から得られた被害状況の想定や、屋外作業の時間余裕にかかる知見を、今後の発電所での教育・訓練に活用することにより想定を超える自然現象への対応の強化が期待される。（第3.1.4.4.1図）



第 3.1.4.4.1 図　緊急時対策本部要員等を対象とした教育・訓練への活用のイメージ