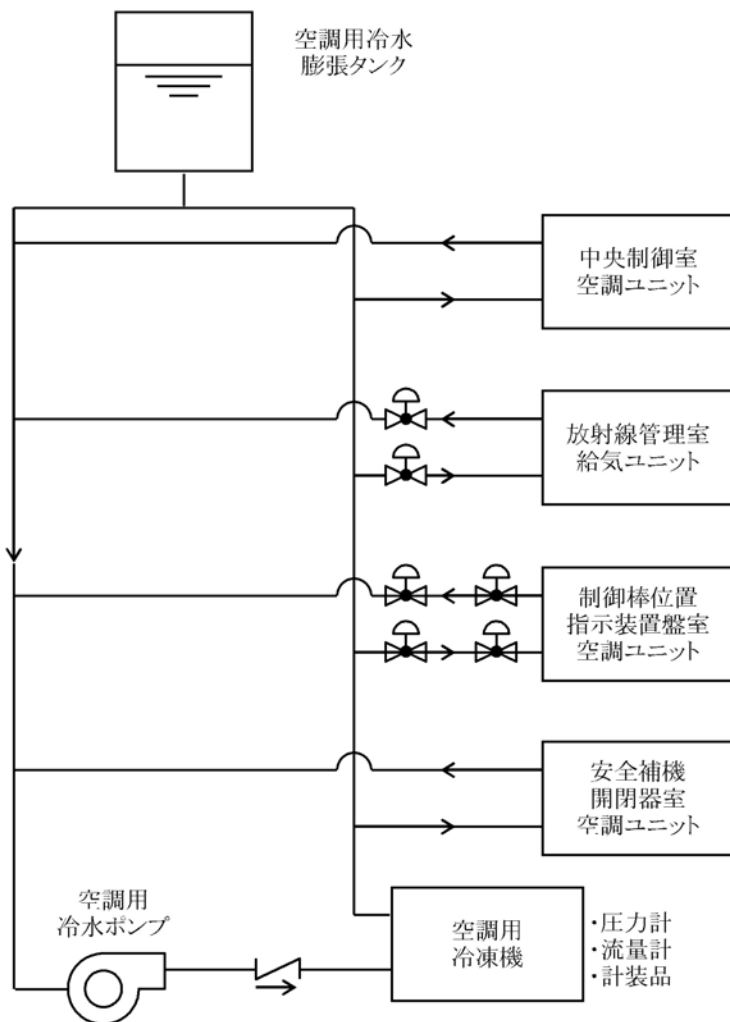
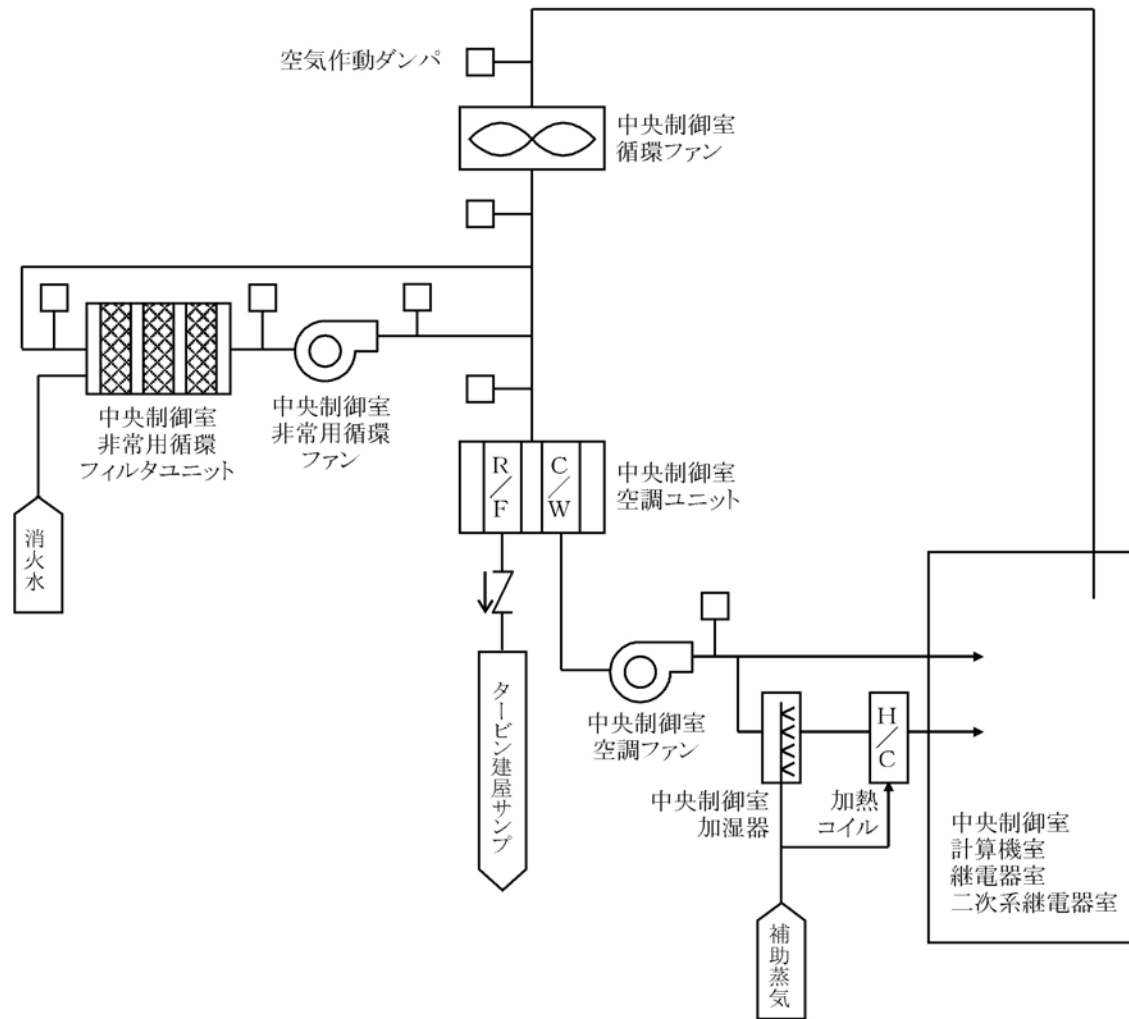


空調用冷水設備(サポート系)



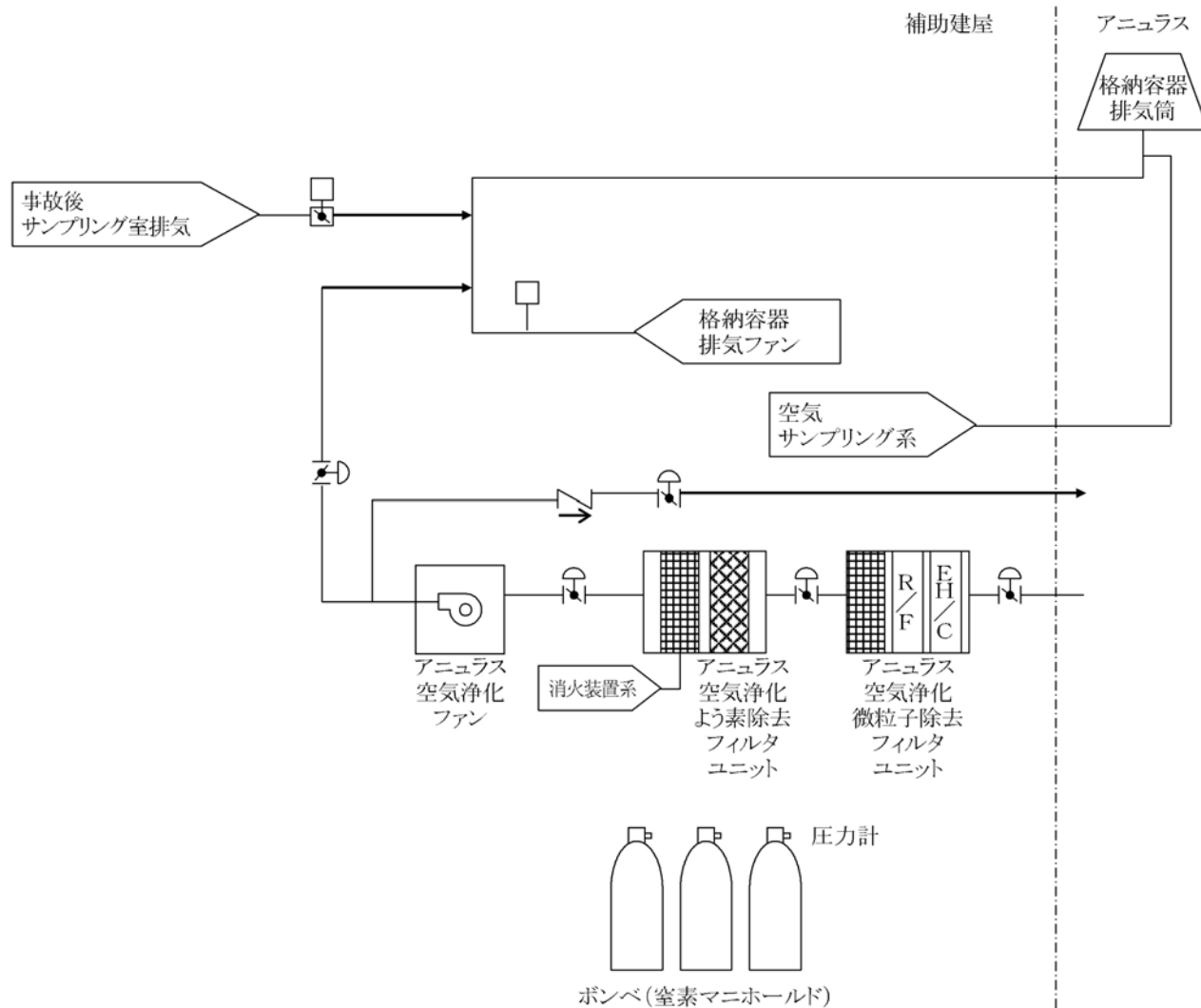
第3.1.4.2-34図 各影響緩和機能の系統概要図(津波:格納容器機能喪失) (23/25)

中央制御室非常用循環系(被ばく低減)(サポート系)



第3.1.4.2-34図 各影響緩和機能の系統概要図(津波:格納容器機能喪失)(24/25)

アニュラス空気浄化系(サポート系)



第3.1.4.2-34図 各影響緩和機能の系統概要図(津波:格納容器機能喪失)(25/25)

(3) 地震及び津波の重畳

地震に伴い発生する津波を考えた場合、大規模な地震が合わせて発生することが想定されるが、クリフエッジ津波は基準津波の設定に用いた前提をはるかに超える事象であり、それを引き起す震源(波源)を定量的かつ科学的に想定することは困難である。したがって、地震及び津波の重畳評価では、地震と津波をそれぞれ独立した事象として想定し、“波源を特定しないクリフエッジ高さの波”が発電所に到達すると同時に“クリフエッジ加速度を生じる大地震”が発生するものとして、HCLPFと許容津波高さの両パラメータの全ての組合せを考慮することとする。

a. 炉心損傷防止対策

(a) 出力運転時

イ 地震及び津波の重畳事象の評価

(イ) 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 3.1.4.2-35 図参照)

I 起回事象の選定

「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」において実施した出力運転時炉心評価の結果に基づき特定されたクリフエッジとしてのHCLPF及び許容津波高さまでの範囲で、発生する各起回事象を選定する。

また、選定された各起回事象発生や各影響緩和機能に係るHCLPF又は許容津波高さについては、「3.1.4.2(1) 地震」又は「3.1.4.2(2) 津波」において評価した結果を用いる。

Ⅱ 収束シナリオ及びクリフエッジの特定

I 項にて選定した各起因事象について、「3.1.4.2(1) 地震」又は「3.1.4.2(2) 津波」の評価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に関するHCLPF及び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及び津波の重量によるクリフエッジとして特定する。

(ロ) 評価結果

I 起因事象の選定結果

「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」の評価結果から、考慮すべき起因事象として、地震による起因事象である外部電源喪失、主給水流量喪失及び原子炉補機冷却機能の全喪失並びに津波による起因事象である原子炉補機冷却機能の全喪失、過渡事象及び外部電源喪失を対象とした。

Ⅱ 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

I 項の各起因事象について、3.1.4.2(1) a. (a) ロ項で述べたように、外部電源喪失及び主給水流量喪失は、外部電源喪失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＋原子炉補機冷却機能の全喪失」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、第3.1.4.2-3図のイベントツリーに対し、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参考資料Ⅱのとおり抽出した。

その結果、地震におけるクリフエッジシナリオは、津波高さ15mまで津波の影響を受けないことを確認した。

(Ⅱ) 津波による起因事象をベースとした評価

I 項の各起因事象について、3.1.4.2(2) a. (a) ロ項で述べたように、原子炉補機冷却機能の全喪失に対して、過渡事象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影響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、原子炉補機冷却機能の全喪失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＋原子炉補機冷却機能の全喪失」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、第3.1.4.2-17図のイベントツリーに対し、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参考資料Ⅱのとおり抽出した。

その結果、津波におけるクリフエッジシナリオは、地震加速度1.12Gまで地震の影響を受けないことを確認した。

上記の評価結果から、HCLPFが1.12G以上又は許容津波高さが15m以上の領域では、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、その境界線をクリフエッジとして特定した。(第3.1.4.2-36図参照)

(b) 運転停止時

イ 地震及び津波の重畳の評価

(イ) 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 3.1.4.2-35 図参照)

I 起因事象の選定

「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」において実施した運転停止時評価の結果に基づき特定されたクリフエッジとしてのHCLPF及び許容津波高さまでの範囲で、発生する各起因事象を選定する。

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) 地震」又は「3.1.4.2(2) 津波」において評価した結果を用いる。

II 収束シナリオ及びクリフエッジの特定

I 項にて選定した各起因事象について、「3.1.4.2(1) 地震」又は「3.1.4.2(2) 津波」の評価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功させるための各影響緩和機能の喪失に係るHCLPF及び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及び津波の重畳によるクリフエッジとして特定する。

(ロ) 評価結果

I 起因事象の選定結果

「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」の評価結果から、考慮すべき起因事象として、地震による起因事象である外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能の全喪失並びに津波による起因事象である原子炉補機冷却機能の全喪失及び外部電源喪失を対象とした。

II 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

I 項の各起因事象について、「外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失」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、第3.1.4.2-6図のイベントツリーに対し、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参考資料Ⅱのとおり抽出した。

その結果、地震におけるクリフエッジシナリオは、津波高さ15mまで津波の影響を受けないことを確認した。

(II) 津波による起因事象をベースとした評価

I 項の起因事象について、「外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失」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、第3.1.4.2-21図のイベントツリーに対し、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参考資料Ⅱのとおり抽出した。

その結果、津波におけるクリフエッジシナリオは、地震加速度1.12Gまで地震の影響を受けないことを確認した。

上記の評価結果から、HCLPFが1.12G以上又は許容津波高さが15m以上の領域では、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、その境界線をクリフエッジとして特定した。(第3.1.4.2-37図参照)

b. 格納容器機能喪失防止対策

(a) 地震及び津波の重畳の評価

イ 評価方法

格納容器機能喪失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 3.1.4.2-35 図参照)

(イ) 起因事象の選定

「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」において実施した格納容器機能評価の結果に基づき特定されたクリフエッジとしてのHCLPF及び許容津波高さまでの範囲で、発生する各起因事象を選定する。

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) 地震」又は「3.1.4.2(2) 津波」において評価した結果を用いる。

(ロ) 収束シナリオ及びクリフエッジの特定

(イ) 項にて選定した各起因事象について、「3.1.4.2(1) 地震」又は「3.1.4.2(2) 津波」の評価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及び津波の重畳によるクリフエッジとして特定する。

ロ 評価結果

(イ) 起因事象の選定結果

「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」の評価結果から、考慮すべき起因事象として、地震による起因事象である外部電源喪失、主給水流量喪失及び原子炉補機冷却機能の全喪失並びに津波による起因事象である原子炉補機冷却機能の全喪失、主給水流量喪失、過渡事象及び外部電源喪失を対象とした。

(ロ) 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

(イ) 項の各起因事象について、3.1.4.2(1) b.ロ項で述べたように、外部電源が期待できないことを考慮すると外部電源喪失及び主給水流量喪失の収束シナリオは同様のものとなるため、外部電源喪失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＋原子炉補機冷却機能の全喪失」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、第3.1.4.2-8図のイベントツリーに対し、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参考資料Ⅱのとおり抽出した。

その結果、地震におけるクリフエッジシナリオは、津波高さ15mまで津波の影響を受けないことを確認した。

II 津波による起因事象をベースとした評価

(イ) 項の各起因事象について、3.1.4.2(2) b.ロ項で述べたように、原子炉補機冷却機能の全喪失に対して、主給水流量喪失及び過渡事象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影響

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、原子炉補機冷却機能の全喪失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＋原子炉補機冷却機能の全喪失」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、第3.1.4.2-23図のイベントツリーに対し、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参考資料Ⅱのとおり抽出した。

その結果、津波におけるクリフエッジシナリオは、地震加速度1.12Gまで地震の影響を受けないことを確認した。

上記の評価結果から、HCLPFが1.12以上又は許容津波高さが15m以上の領域では、格納容器機能喪失を回避する手段がなくなるため、その境界線をクリフエッジとして特定した。（第3.1.4.2-38図参照）

c. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

(a) 地震及び津波の重畳の評価

イ 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 3.1.4.2-35 図参照)

(イ) 起因事象の選定

「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」において実施したSFP燃料評価の結果に基づき特定されたクリフエッジとしてのHCLPF及び許容津波高さまでの範囲で、発生する各起因事象を選定する。

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) 地震」又は「3.1.4.2(2) 津波」において評価した結果を用いる。

(ロ) 収束シナリオ及びクリフエッジの特定

(イ) 項にて選定した各起因事象について、「3.1.4.2(1) 地震」又は「3.1.4.2(2) 津波」の評価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及び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及び津波の重畳によるクリフエッジとして特定する。

ロ 評価結果

(イ) 起因事象の選定結果

「3.1.4.2(1) 地震」及び「3.1.4.2(2) 津波」の評価結果から、考慮すべき起因事象として、地震による起因事象である外部電源喪失、SFP冷却機能喪失及び原子炉補機冷却機能喪失並びに津波による起因事象である原子炉補機冷却機能喪失、SFP冷却機能喪失及び外部電源喪失を対象とした。

(ロ) 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

(イ) 項の各起因事象について、「外部電源喪失＋SFP冷却機能喪失＋原子炉補機冷却機能喪失」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、第3.1.4.2-13図のイベントツリーに対し、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第3.1.4.2-39図のとおり抽出した。

その結果、地震におけるクリフエッジシナリオは、津波高さ27mまで津波の影響を受けないことを確認した。

II 津波による起因事象をベースとした評価

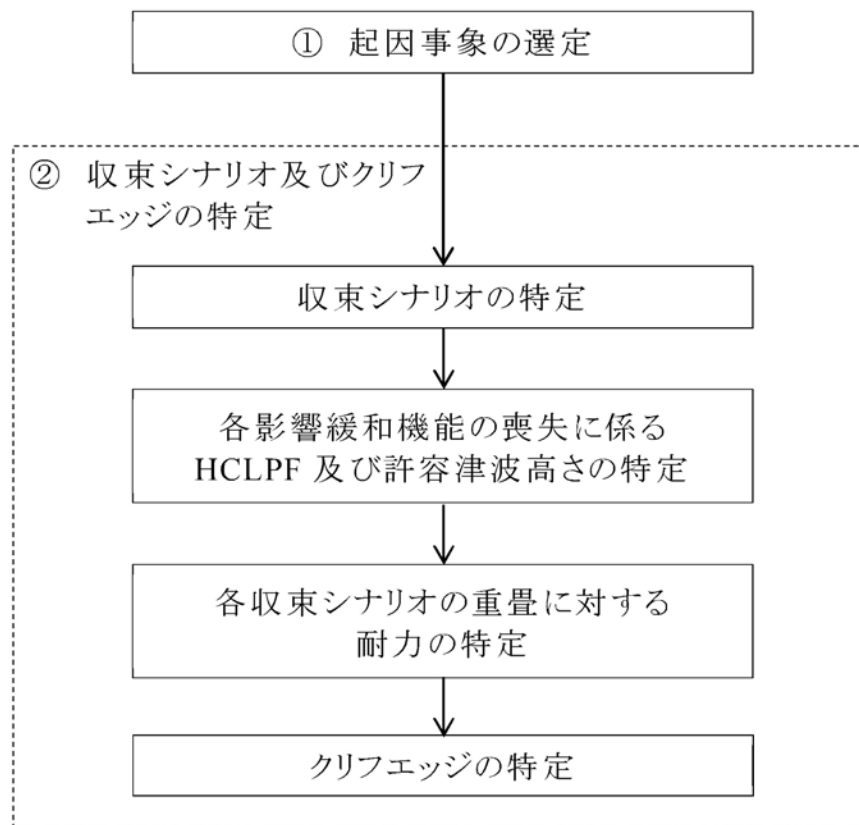
(イ) 項の各起因事象について、3.1.4.2(2) c.ロ項で述べたように、原子炉補機冷却機能喪失に対して、SFP冷却機能喪失が従属的に発生する場合であっても、原子炉補機冷却水を必要としない影響緩和機能に期待できれば、燃料を安定、継続的に冷却することができるため、原子炉補機冷却機能喪失にまとめて評価をすることができる。そのため、本評価においては「外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失」のイベントツリーを用い

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。

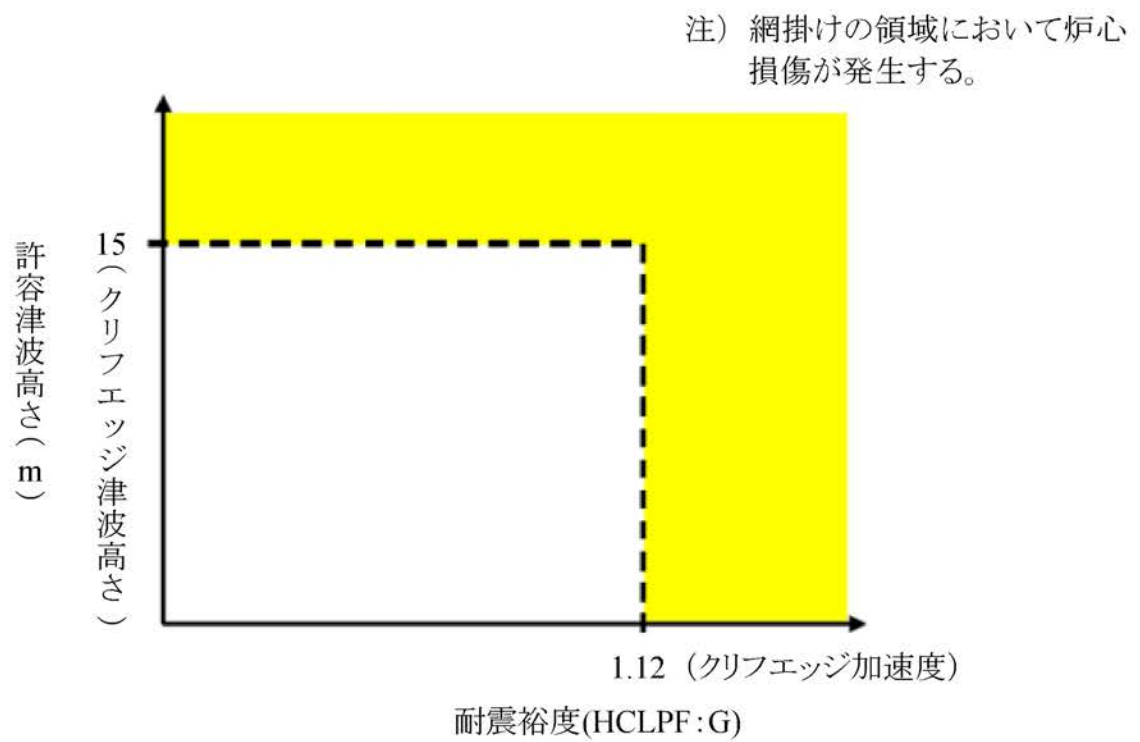
具体的には、第3.1.4.2-27図のイベントツリーに対し、全ての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、HCLPF及び許容津波高さの組合せの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを第3.1.4.2-40図のとおり抽出した。

その結果、津波におけるクリフエッジシナリオは、地震加速度1.17Gまで地震の影響を受けないことを確認した。

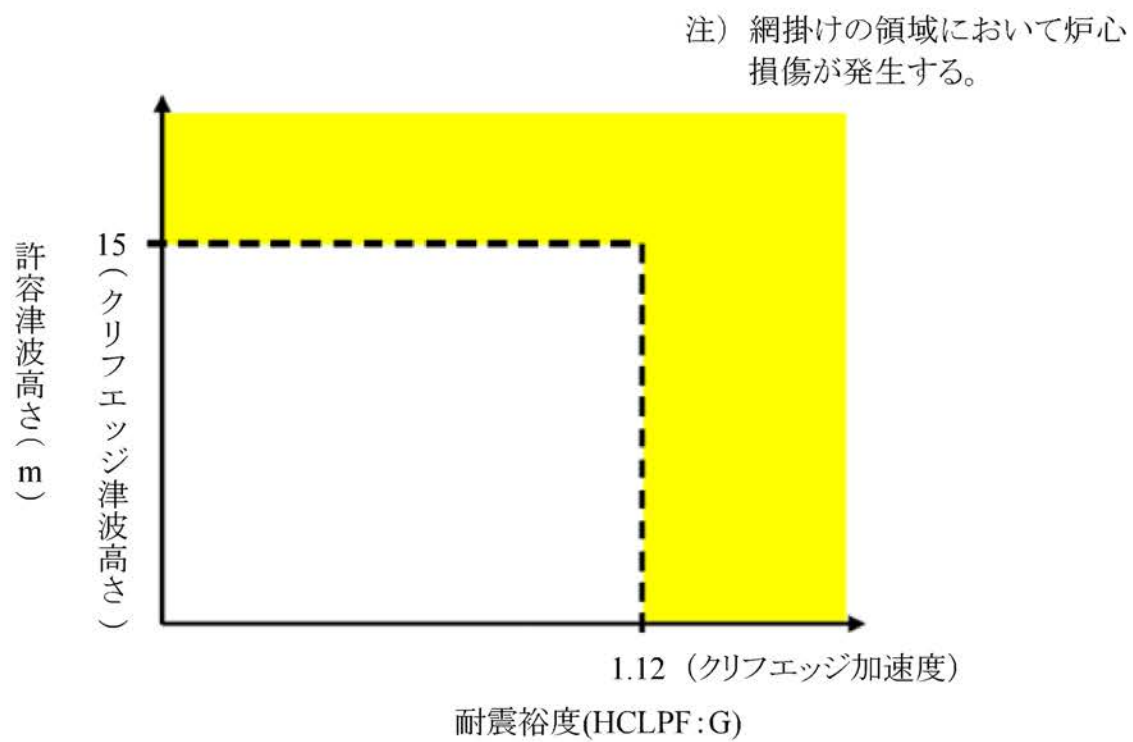
上記の評価結果から、HCLPFが1.17G以上又は許容津波高さが27m以上の領域では、SFPにある燃料の重大な損傷を回避する手段がなくなるため、その境界線をクリフエッジとして特定した。(第3.1.4.2-41図参照)



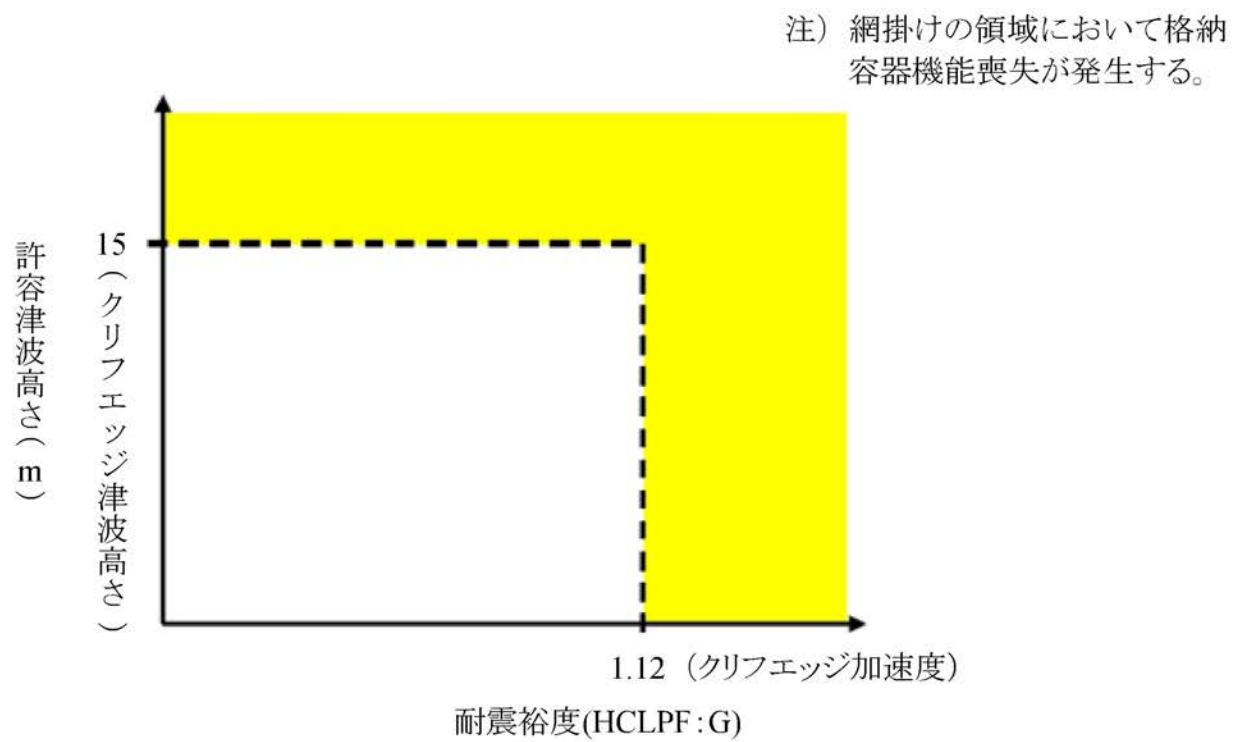
第 3.1.4.2-35 図 クリフエッジの特定に係るフロー図（地震及び津波の重畳）



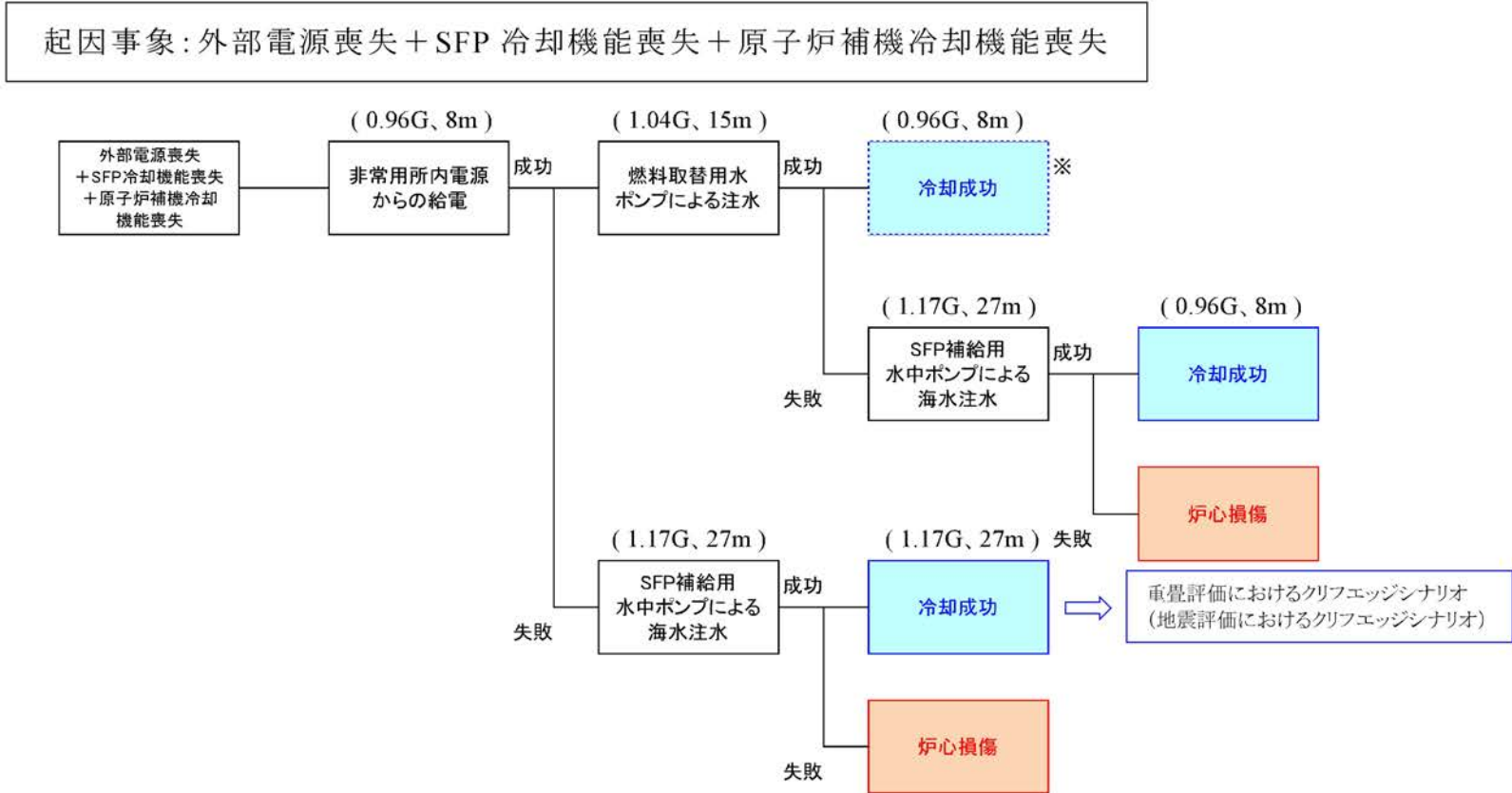
第 3.1.4.2-36 図 地震及び津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果
(重畳:出力運転時炉心損傷)



第 3.1.4.2-37 図 地震及び津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果
(重畳: 運転停止時炉心損傷)



第 3.1.4.2-38 図 地震及び津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果
(重畳: 格納容器機能喪失)

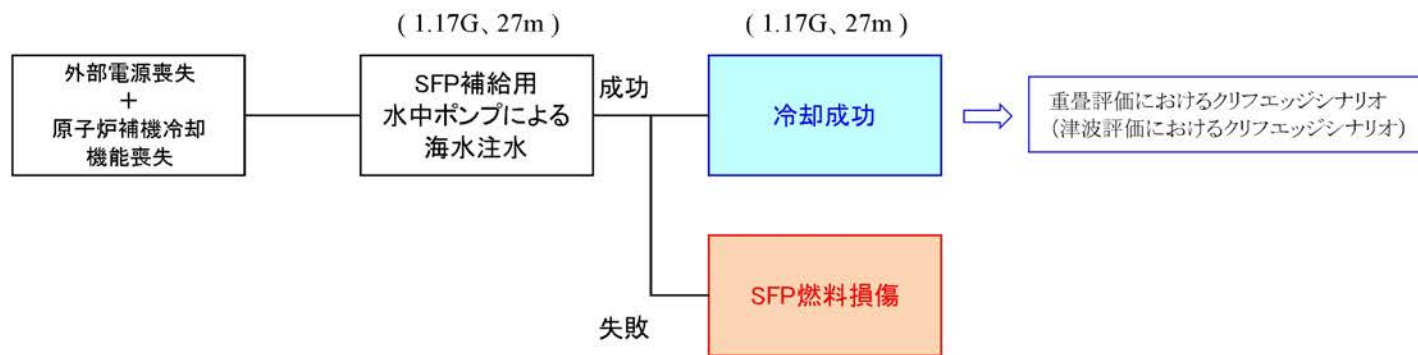


※：炉心燃料損傷防止または格納容器機能喪失防止に燃料取替用水タンク保有水を使用することを想定し、SFP燃料に対する評価では、当該成功シナリオを評価に含めず、参考として耐力を示す。

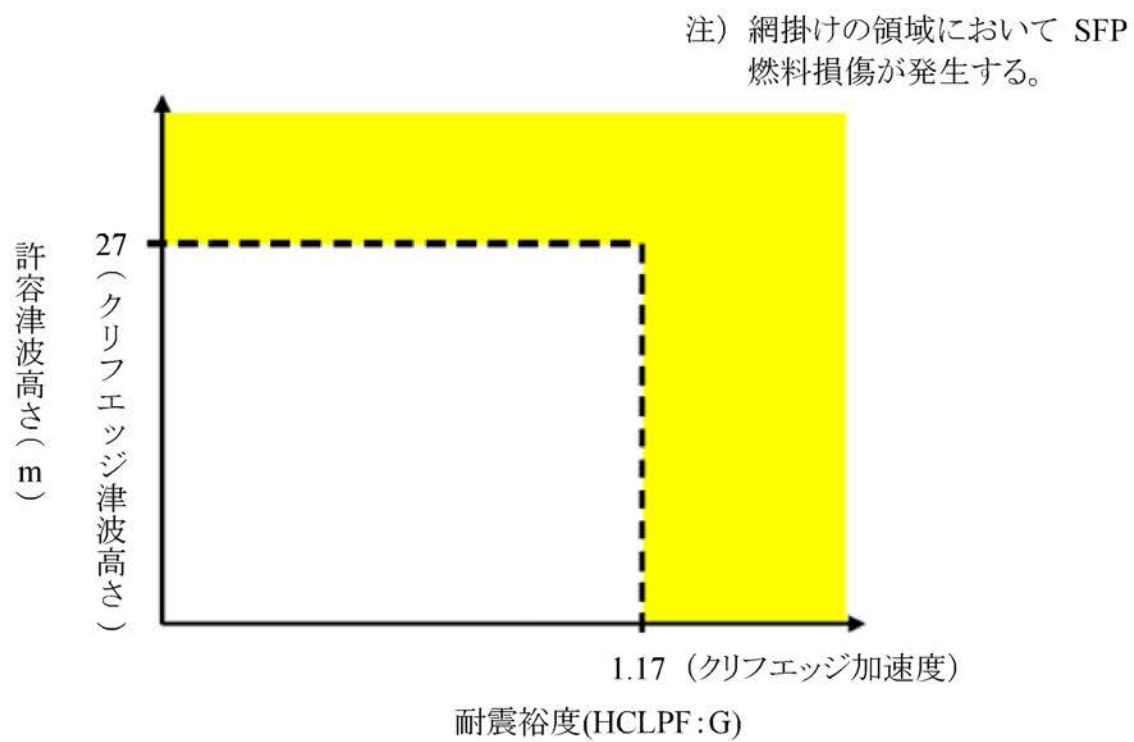
第 3.1.4.2-39 図 各収束シナリオの重畳に対する耐力の評価結果

(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))

起因事象：外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失



第 3.1.4.2-40 図 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))



第 3.1.4.2-41 図 地震及び津波の重畳に関するクリフエッジ評価結果
(重畳:SFP 燃料損傷)

(4) クリフエッジに至った場合の対応措置

安全裕度評価の結果から、地震、津波並びに地震及び津波の重畳が発生した場合の炉心損傷、格納容器機能喪失及び SFP 燃料損傷に至るクリフエッジ・エフェクトを回避するための対応を検討した。

なお、検討に当たっては、クリフエッジの特定までに考慮していた設計基準対象施設及び発電用原子炉設置変更許可申請書添付書類十の有効性評価において考慮した重大事故等対策に含まれていない重大事故等対処設備や多様性拡張設備、また、発電所外部からの支援等も含めて措置の検討を実施した。

(1) 地震

第 3.1.4.2-27 表に、各評価項目におけるクリフエッジとなる事象及びその時のクリフエッジ加速度を示す。各クリフエッジシナリオでクリフエッジを生じる機器については、以下の対応を行うことで、使用済燃料の損傷を回避することができる。

- a. SFP については、可搬型ディーゼル注入ポンプによる SFP 補給/SFP スプレイ、消防自動車による SFP への注水により使用済燃料の損傷を防ぐことが可能である。

(2) 津波

第 3.1.4.2-28 表に、各評価項目におけるクリフエッジとなる事象及びその時のクリフエッジ許容津波高さを示す。各クリフエッジシナリオでクリフエッジを生じる機器については、以下の対応を行うことで、炉心損傷または使用済燃料の損傷を回避することができる。

- a. 炉心（出力運転時、運転停止時）については、クリフエッジで機能喪失するタービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水、常設電動注入ポンプによる注水に替え、可搬型ディーゼル注入ポンプによる蒸気発生器若しくは炉心に注水することにより、炉心損傷を防ぐことができる。
- b. SFP については、クリフエッジで機能喪失するタンクローリに替え、発電所外より手配した発電機、燃料により、SFP 補給用水中ポンプによる海水注入することで使用済燃料の損傷を防ぐことができる。また、発電所外より手配した消防自動車、燃料により SFP への注水を行うことにより、同様に使用済燃料の損傷を防ぐことができる。

(3) 地震及び津波の重畳

地震及び津波の重畳の評価結果では、津波評価におけるクリフエッジシナリオで要求される各機能が、同時に発生した地震により機能を喪失しないこと、及び、地震評価におけるクリフエッジシナリオで要求される各機能が同時に発生した津波により機能を喪失しないことをそれぞれ確認し、事象が重なったとしても互いのクリフエッジの値に影響しあうことがないことが確認された。このことから、地震及び津波の重畳に対する対応は、地震及び津波において抽出された各クリフエッジに至った場合の対応措置が有効である。ただし、クリフエッジ地震加速度に至ると格納容器が損傷するため、炉心損傷及び格納容器機能喪失に至るクリフエッジ・エフェクトを回避できない。したがって重畳した場合は、津波評価におけるクリフエッジに至った場合の対応措置を実施したとしても、炉心損傷及び格納容器機能喪失を防ぐことができない。

第 3.1.4.2-27 表 各評価項目におけるクリフエッジとなる事象及びその時のクリフエッジ地震動

評価項目			クリフエッジとなる事象	クリフエッジ 地震加速度
地震	出力 運転時	炉心	格納容器損傷に伴う炉心冷却機能喪失	1.12G
		格納容器	格納容器損傷直結	1.12G
		SFP	SFP 補給用水中ポンプによる海水注水不能	1.17G
	運転 停止時	炉心	移動式大容量ポンプ車による補機冷却不能	1.12G

第 3.1.4.2-28 表 各評価項目におけるクリフエッジとなる事象及びその時のクリフエッジ許容津波高さ

評価項目			クリフエッジとなる事象	クリフエッジ 津波高さ
津波	出力 運転時	炉心	タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水不能等	15m
		格納容器	代替交流電源(SA 又は特重)からの給電不能による格納容器隔離不能等	15m
		SFP	タンクローリの機能喪失による SFP 補給用水中ポンプからの海水注水不能	27m
	運転 停止時	炉心	代替交流電源(SA 又は特重)からの給電不能による常設電動注入ポンプによる注水不能	15m

3.1.4.3 事象進展と時間評価に関する評価

地震、津波並びに地震及び津波の重畳について、クリフエッジとなる収束シナリオ（以下「クリフエッジシナリオ」という。）に対し、炉心や燃料体の著しい損傷の防止あるいは原子炉格納容器の破損及び発電所外への放射性物質の異常な水準の放出の防止に講じることとしている措置（以下「重大事故等対策」という。）を踏まえた事象進展を評価し、重大事故等対策の有効性を評価するとともに、重大事故等対策を開始するまでの余裕時間及び緩和機能の継続を必要とする時間を評価する。

(1) 重大事故等に関する評価

a. 事象進展と時間評価に関する評価の基本的考え方

(a) 概 要

本発電用原子炉施設において、クリフエッジとなる地震等が発生した場合にも、重大事故等対策が有効であることを示すため、対応する評価項目を設定した上で、計算プログラムを用いた解析等を踏まえて、設備、手順及び体制の有効性を評価する。また、必要な緩和機能について、重大事故等対策を開始するまでの余裕時間及び緩和機能の継続を必要とする時間を評価する。

(b) 評価対象の整理及び評価項目の設定

本発電用原子炉施設を対象とした安全裕度評価結果におけるクリフエッジシナリオを踏まえ、措置の有効性を確認するためのクリフエッジシナリオを選定して、対応する措置の有効性の評価を行う。

重大事故等対策の有効性を確認するため、「3.1.4.2 評価結果」に示すクリフエッジシナリオについて、事象進展と時間評価（以下「時間評価等」という。）に関する評価を実施するクリフエッジシナリオ（以下「評価シナリオ」という。）の選定及び有効性を確認するための評価項目の設定を行う。

イ 事象進展と時間評価に関する評価を実施するクリフエッジシナリオの選定

地震、津波並びに地震及び津波の重畳における以下（イ）から（ハ）に示すクリフエッジシナリオに対し、評価シナリオを選定する。なお、地震、津波並びに地震及び津波の重畳のクリフエッジシナリオが同様のシナリオとなった場合は、事象進展等が厳しくなる地震及び津波の重畳の評価シナリオにて時間評価等を実施する。

(イ) 地震

i. 炉心損傷防止対策

- ・外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に格納容器損傷に伴い炉心冷却機能が喪失する事故

ii. 格納容器機能喪失防止対策

- ・外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に格納容器機能が喪失する事故

iii. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

- ・外部電源喪失、使用済燃料ピット冷却機能喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故

iv. 運転停止時の燃料損傷防止対策

- ・燃料取出前のミッドループ運転中に外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に格納容器損傷に伴い炉心冷却機能が喪失する事故

(ロ) 津波

i. 炉心損傷防止対策

- ・原子炉補機冷却機能喪失及び外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故

ii. 格納容器機能喪失防止対策

- ・原子炉補機冷却機能喪失及び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

iii. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

- ・原子炉補機冷却機能喪失及び外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故

iv. 運転停止時の燃料損傷防止対策

- ・燃料取出前のミッドループ運転中に原子炉補機冷却機能喪失及び外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故

(ハ) 地震及び津波の重畳

i. 炉心損傷防止対策

- ・外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故

ii. 格納容器機能喪失防止対策

- ・外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能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

iii. 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策

- ・外部電源喪失、SFP 冷却機能喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故

iv. 運転停止時の燃料損傷防止対策

- ・燃料取出前のミッドループ運転中に外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故

(二) 評価シナリオの選定

(イ) から (ハ) に示したとおり、炉心損傷防止対策、格納容器破損防止対策及び運転停止時の燃料損傷防止対策において、地震、津波並びに地震及び津波の重畳は、同様のクリフエッジシナリオとなる。また、使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策における津波のクリフエッジシナリオにおいては、原子炉補機冷却機能喪失に伴い、従属的に使用済燃料ピット冷却機能喪失が発生する。このため、地震、津波並びに地震及び津波の重畳は、同様のクリフエッジシナリオとなる。

したがって、いずれの評価においても、事象進展等が厳しくなる地震及び津波の重畳におけるクリフエッジシナリオを評価シナリオとして選定し、時間評価等を実施する。

ここで、「3.1.4.2 評価結果」で示すとおり、炉心損傷防止対策、格納容器破損防止対策及び運転停止時の燃料損傷防止対策の評価シナリオは、第1回安全性向上評価届出書(平成29年9月25日付け原発本第156号、平成30年3月30日付け原発本360号にて一部補正)(以下「第1回届出書」という。)で選定したクリフエッジシナリオと同一のシナリオ、特重施設を重大事故等へ活用するシナリオ(以下「特重シナリオ」という。)をクリフエッジシナリオとして選定していることから、炉心損傷防止対策、格納容器破損防止対策及び運転停止時の燃料損傷防止対策の評価シナリオは特重シナリオのみとする。また、使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策については、第1回届出書と同一の評価シナリオであることから、時間余裕等は改めて評価しない。

(c) 有効性を確認するための評価項目の設定

「1.5.4(2)(i)b. 評価項目」に同じ。

(d) 重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価

評価シナリオに対して、シナリオを成立させるために必要な緩和機能が、炉心損傷、格納容器機能喪失等を回避する観点からどの程度まで遅れることが許容されるかを特定するために、重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価を実施する。

具体的には、評価シナリオにおいて重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価の対象となる緩和機能を選定し、評価項目を満足することを感度解析等により確認することで、余裕時間を評価する。なお、緩和機能については、イベントツリーのヘディングを用いて抽出する。

ただし、以下のとおり、イ項からニ項については評価対象外とする。

イ 自動で作動又は停止する緩和機能

余裕時間の評価は、運転員等操作がどの程度まで遅れることが許容されるかを特定するものである。そのため、自動で作動又は停止する緩和機能については、余裕時間を評価しない。

ロ サポート系の緩和機能

サポート系の緩和機能が想定どおり作動したとしても、フロントライン系の緩和機能が作動しない場合には、緩和機能を果たせないことから、サポート系の緩和機能の余裕時間はフロントライン系の緩和機能の余裕時間と同等である。そのため、サポート系の緩和機能については、余裕時間を評価しない。

ハ 中央制御室内又は特重施設の制御室内で操作を行う緩和機能

中央制御室又は特重施設の制御室（以下「中央制御室等」という。）内で完結する操作は、現場操作と比較して、時間遅れが発生するとは考えにくい。そのため、中央制御室等内で操作を行う緩和機能については、余裕時間を評価しない。

ニ 長期冷却に係る緩和機能

事象初期の緩和機能の操作により炉心等の冷却状態が確立し、炉心等の冷却に係るパラメータが安定した後の長期冷却に係る緩和機能の操作は既に十分な余裕時間がある。そのため、長期冷却に係る緩和機能については、余裕時間を評価しない。

(e) 緩和機能の継続を必要とする時間の評価

クリフエッジシナリオに対して、シナリオを成立させるために必要な緩和機能が、炉心損傷、格納容器破損等を回避する観点から、どの程度維持を必要とするのかを特定するために、緩和機能の継続を必要とする時間の評価を実施する。

具体的には、本発電用原子炉施設でクリフエッジシナリオが発生することを想定し、必要となる発電所内の水源、燃料及び電源の資源の確保の観点から、必要水量、燃料消費量及び電源負荷を確認するとともに、7日間継続してこれらの資源が供給可能であることを評価する。また、有効性の評価において考慮されていない機器についても、使用した場合を想定して、各資源について7日間継続して資源の供給が可能であることを確認する。

b. 炉心損傷防止対策

(a) 評価シナリオ

炉心損傷防止対策における有効性を確認する評価シナリオは、「3.1.4.3(1) a.(b) 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故」である。

(b) 炉心損傷防止対策における有効性の評価結果

重大事故等対策を運転員、緊急時対策本部要員、重大事故等対策要員及び特重施設対処要員（以下「運転員等」という。）にて対処することで炉心損傷を防止することが可能であり、クリフエッジシナリオは重大事故等時においても有効である。内容を参考資料Ⅱに示す。

(c) 重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価結果

重大事故等対策を開始するまでの余裕時間として、本評価シナリオにおける緩和機能を選定し、緩和機能の余裕時間を評価した。内容を以下に示す。

イ 余裕時間を評価する緩和機能の選定結果

本評価シナリオにおける緩和機能は、以下のとおりである。

- ・代替交流電源からの給電（特重施設）
- ・特重施設による代替炉心注水
- ・加圧器逃がし弁（窒素ポンプ）による1次系強制減圧
- ・代替交流電源からの給電（中容量発電機車）
- ・充てん（自己冷却）による炉心注水
- ・特重施設による代替格納容器スプレイ

- ・可搬ディーゼルポンプ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（手動・現場）

余裕時間を評価する緩和機能として、「3.1.4.3(1) a.(d) 重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価」に示す考え方に基づき選定した。内容を参考資料Ⅱに示す。

ロ 余裕時間の評価結果

イ項にて選定した緩和機能の余裕時間を評価した。内容を参考資料Ⅱに示す。

(d) 緩和機能の継続を必要とする時間の評価結果

緩和機能の継続を必要とする時間として、7 日間継続して必要な水源、燃料及び電源が供給可能であることを確認した。内容を参考資料Ⅱに示す。

c. 格納容器機能喪失防止対策

(a) 評価シナリオ

格納容器機能喪失防止対策における有効性を確認する評価シナリオは、「3.1.4.3(1) a.(b) 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能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」である。

(b) 格納容器機能喪失防止対策における有効性の評価結果

重大事故等対策を運転員等にて対処することで格納容器機能喪失を防止することが可能であり、クリフエッジシナリオは重大事故等時においても有効である。内容を参考資料Ⅱに示す。

(c) 重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価結果

重大事故等対策を開始するまでの余裕時間として、本評価シナリオにおける緩和機能を選定し、緩和機能の余裕時間を評価した。内容を以下に示す。

イ 余裕時間を評価する緩和機能の選定結果

本評価シナリオにおける緩和機能は、以下のとおりである。

- ・代替交流電源からの給電(中容量発電機車)
- ・代替交流電源からの給電(特重施設)
- ・格納容器隔離
- ・静的触媒式水素再結合装置による水素処理
- ・加圧器逃がし弁(窒素ポンペ)による1次系強制減圧
- ・特重施設による代替格納容器スプレイ
- ・フィルタベント

余裕時間を評価する緩和機能として、「3.1.4.3(1) a.(d) 重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価」に示す考え方にに基づき選定した。内容を参考資料Ⅱに示す。

ロ 余裕時間の評価結果

イ項にて選定した緩和機能の余裕時間を評価した。内容を参考資料Ⅱに示す。

(d) 緩和機能の継続を必要とする時間の評価結果

緩和機能の継続を必要とする時間として、7 日間継続して必要な水源、燃料及び電源が供給可能であることを確認した。内容を参考資料Ⅱに示す。

d 運転停止時の燃料損傷防止対策

(a) 評価シナリオ

運転停止時の燃料損傷防止対策における有効性を確認する評価シナリオは、「3.1.4.3(1) a.(b) 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「燃料取出前のミッドループ運転中に外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故」である。

(b) 運転停止時の燃料損傷防止対策における有効性の評価結果

重大事故等対策を運転員等にて対処することで運転停止時の燃料損傷を防止することが可能であり、クリフエッジシナリオは重大事故等時においても有効である。内容を参考資料Ⅱに示す。

(c) 重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価結果

重大事故等対策を開始するまでの余裕時間として、本評価シナリオにおける緩和機能を選定し、緩和機能の余裕時間を評価した。内容を以下に示す。

イ 余裕時間を評価する緩和機能の選定結果

本評価シナリオにおける緩和機能は、以下のとおりである。

- ・代替交流電源からの給電（中容量発電機車）
- ・代替交流電源からの給電（特重施設）
- ・特重施設による代替炉心注水
- ・充てん（自己冷却）による炉心注水
- ・移動式大容量ポンプ車による補機冷却
- ・低圧注入による再循環炉心冷却
- ・格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（海水冷却）

余裕時間を評価する緩和機能として、「3.1.4.3(1) a.(d) 重大事故等対策を開始するまでの余裕時間の評価」に示す考え方にに基づき選定した。内容を参考資料Ⅱに示す。

ロ 余裕時間の評価結果

イ項にて選定した緩和機能の余裕時間を評価した。内容を参考資料Ⅱに示す。

(d) 緩和機能の継続を必要とする時間の評価結果

緩和機能の継続を必要とする時間として、7 日間継続して必要な水源、燃料及び電源が供給可能であることを確認した。内容を参考資料Ⅱに示す。

3.1.4.4 地震及び津波随件事象の評価

地震随件事象は、地震による建屋内外での溢水、建屋の背後斜面等の滑り及び剥落並びに地震による建屋内外での火災が考えられる。川内原子力発電所の敷地の立地条件を踏まえると、背後斜面等の滑り及び剥落の要因となる地形が存在しないことから、地震随件事象では建屋内外の溢水及び建屋内外での火災を考慮し、地震の単独評価で得られたクリフエッジに対して、随件事象が及ぼす影響を評価する。

津波随件事象は、津波による建屋内外の火災が考えられる。建屋内火災は、津波単独の評価において、津波高さ 15m まで建屋内への津波の流入がないことが確認されており、建屋内の火災は発生しない。また、津波高さが 15m を超えると建屋内（原子炉格納容器外）の設備のほとんどが浸水・水没するため、プラントの重要な制御・保護機能が不能となり直接炉心損傷となる。そのため、津波随件事象では、津波による建屋外の火災を考慮し、津波の単独評価で得られたクリフエッジに対して、随件事象が及ぼす影響を評価する。

(1) 地震随件事象に対する評価

a. 地震随伴溢水

(a) 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価

イ 評価方法

地震の単独評価のクリフエッジシナリオに必要な建屋内設備へのクリフエッジ地震により損傷した設備から発生した溢水による影響について、以下の評価を実施する。

(イ) 防護すべき設備の選定

炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオの成立のために必要な設備のうち、建屋内に設置されているものを防護すべき設備とする。

なお、構造が単純で外部からの動力の供給を必要としないもの等、溢水による影響を受けない設備は防護すべき設備に選定しない。

溢水影響評価において、防護すべき設備の考え方について、第 3.1.4.4-1 図に示す。

(ロ) 溢水源及び溢水量の設定

液体・蒸気を内包する設備のうち、HCLPF がクリフエッジより小さく、クリフエッジ地震加速度により損傷が生じるおそれのある設備を溢水源とする。

なお、SFP については、本体の破損以外にもスロッシングにより、溢水源となり得ることから、溢水源とする。

溢水量の算出に当たっては、溢水源とした設備及び配管の内包水量を溢水量として想定する。なお、破損箇所を特定できる場合、隔離時間ま

での漏えい量を評価することにより溢水量を算出する。SFP 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より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、SFP 外へ漏えいする水量を設定する。

(ハ) 評価区画及び溢水経路の設定

評価区画は、防護すべき設備を設置している全ての区画について設定する。評価区画は、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する。

防護すべき設備が建屋において、床面開口部（機器ハッチ、階段等）及び溢水影響評価において期待することのできる設備（水密扉、堰等）の抽出を行い溢水経路を設定する。また、溢水経路の設定にあたっては、溢水源となる設備から溢水が発生した場合に当該フロア及び下階への溢水伝播を想定する。

(二) 溢水影響評価

溢水は、滞留水又は流水（蒸気を含む。）の形態で存在することから、没水影響、被水影響及び蒸気影響の観点から評価を実施する。

I 没水影響に対する評価

建屋内で発生を想定する溢水源、溢水量、評価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、防護すべき設備の機能喪失の有無を評価する。

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評価区画に対して行い、溢水水位 H は以下の式に基づい

て算出する。床勾配が評価区画にある場合には、床勾配分の滞留量は考慮せず、第 3.1.4.4-2 図に示すように溢水水位の算出は床勾配高さ※¹分嵩上げる。

※1 床勾配の下端から上端までの高さ

$$H=Q/A + h$$

H: 溢水水位[m]

Q: 流入量[m³]

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[m²]

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](溢水評価区画に床勾配がある場合)

II 被水影響に対する評価

建屋内における溢水源からの直線軌道及び放物線状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により、防護すべき設備の機能喪失の有無を評価する。

具体的には、以下のいずれかの判定基準により機能喪失の有無を確認する。

- ・ 防護すべき設備が溢水源からの直線軌道及び放射線軌道の飛散による被水※²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、「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IP コード)」による保護構造を有しており、被水の影響により要求される機能を損なうおそれがないこと
- ・ 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

※2 溢水源からの直線軌道及び放射線軌道による被水の影響については、プラント・ウォークダウンの実施結果を踏まえて評価する。被水影響範囲の考え方を第 3.1.4.4-3 図に示す。

Ⅲ 蒸気影響に対する評価

地震起因で発生する評価区画内での漏えい蒸気及び評価区画間を拡散する漏えい蒸気により、防護すべき設備の機能喪失の有無を評価する。なお、蒸気の漏えい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。

ロ 評価結果

(イ) 防護すべき設備の選定結果

3.1.4.2(1)項のクリフエッジシナリオを踏まえ、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の中から、第 3.1.4.4-1 図の考え方にに基づき、防護すべき設備を選定した。選定した結果を参考資料Ⅰ及び参考資料Ⅱに示す。

また、第 3.1.4.4-1 表、第 3.1.4.4-2 表及び第 3.1.4.4-3 表に、「(ハ) 評価区画及び溢水経路の設定結果」において設定する評価区画ごとの機能喪失高さが最も低い設備を示す。

なお、SFP 燃料損傷防止対策に関する設備は、すべて屋外設備であり、建屋内の防護すべき設備はない。また、「(ニ) 溢水による影響評価結果 I 没水影響に対する評価結果」に記載のとおり、特重施設(建屋)内の防護すべき設備については、当該建屋内に設置されている液体・蒸気を内包している設備はクリフエッジ地震加速度で損傷せず、溢水源が発生しないことから、溢水による影響を受けない。

(ロ) 溢水源及び溢水量の設定結果

格納容器機能喪失防止対策及び炉心損傷防止対策(出力運転時／運転停止時)のうち最も大きいクリフエッジ地震加速度(1.12G)により損傷するおそれのある設備を溢水源として設定した。設定した溢水源及び溢水量を第 3.1.4.4-4 表及び第 3.1.4.4-5 表に、また、各建屋の溢水量を集約した結果を第 3.1.4.4-6 表及び、第 3.1.4.4-7 表に示す。

SFP のスロッシングのモデル化範囲は、SFP フロアレベルの燃料取扱建屋(EL.+13.3m)とした。燃料取扱建屋(EL.+13.3m)の SFP 周辺の概略を第 3.1.4.4-4 図に示す。

SFP スロッシングの 3 次元流動解析条件を第 3.1.4.4-8 表に示す。これらの条件を基に、汎用 3 次元熱流体解析コード FLOW-3D を用い有限差分法により非定常流れを解いた。SFP スロッシングによる最大溢水量を第 3.1.4.4-9 表に示す。

(ハ) 評価区画及び溢水経路の設定結果

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)を考慮し、「(ロ) 溢水源及び溢水量の設定結果」にて設定した溢水源となる設備について、地震時

の損傷による内包流体の流出を配置図上に整理し、各評価区画における溢水経路を設定した。

評価方法に基づき設定した評価区画及び溢水経路を参考資料Ⅰ及び参考資料Ⅱに示す。

(二) 溢水による影響評価結果

Ⅰ 没水影響に対する評価結果

溢水量から算出される各評価区画での溢水水位と、当該区画の炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）及び格納容器機能喪失防止対策の防護すべき設備の機能喪失高さが最も低い設備の評価結果を第 3.1.4.4-10 表、第 3.1.4.4-11 表、第 3.1.4.4-12 表及び参考資料Ⅱに示す。

没水影響に対しては、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、没水の影響を受けず、地震単独の評価結果に影響を与えないことを確認した。

なお、特重施設においては、特重施設（建屋）に設置されている液体・蒸気を内包する設備はクリフエッジ地震加速度で損傷せず、溢水源が発生しないことから、没水の影響を受けない。

Ⅱ 被水影響に対する評価結果

各評価区画の代表設備の被水影響に対する評価結果を第3.1.4.4-13表、第3.1.4.4-14表及び第3.1.4.4-15表に示す。また、防護すべき設備すべての被水影響に対する評価結果を参考資料Ⅰ及び参考資料Ⅱに示す。

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、被水の影響を受けず、地震単独の評価結果に影響を与えないことを確認した。

なお、特重施設においては、特重施設（建屋）に設置されている液体・蒸気を内包する設備はクリフエッジ地震加速度で損傷せず、溢水源が発生しないことから、被水の影響を受けない。

Ⅲ 蒸気影響に対する評価結果

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中央制御室加湿器の HCLPF が、格納容器機能喪失防止対策及び炉心損傷防止対策（運転停止時）におけるクリフエッジ地震加速度 1.12G を上回っていることから、蒸気影響を受けないことを確認した。

なお、特重施設においては、特重施設（建屋）に設置されている液体・蒸気を内包する設備はクリフエッジ地震加速度で損傷せず、溢水源が発生しないことから、蒸気の影響を受けない。

(b) 建屋外の防護すべき設備に関する溢水評価

イ 評価方法

地震により想定される屋外の溢水源を選定し、選定した溢水源がクリフエッジシナリオで必要な設備へ及ぼす影響について、以下の評価を実施する。

(イ) 地震随伴外部溢水で想定する溢水源の選定

発電所の敷地内に設置される屋外タンク等、建屋外の液体・蒸気を内包する設備のうち、地震により損傷が生じるおそれのある設備を溢水源とする。

(ロ) 防護すべき設備の選定

地震単独の評価の炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策及び SFP 燃料損傷防止対策の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るものを防護すべき設備とする。

(ハ) 溢水影響評価

建屋外で発生した溢水源による防護すべき設備の機能喪失の有無を評価する。

なお、「3.1.4.2 評価結果」の地震及び津波の重畳評価において、地震評価におけるクリフエッジシナリオで要求される各機能が、同時に発生した津波により機能を喪失しないことをそれぞれ確認し、事象が重なったとしても第 3.1.4.4-16 表及び第 3.1.4.4-17 表に示す互いのクリフエッジの値に影響しあうことがないことが確認されている。

このため、屋外で発生した溢水の水位が「3.1.4.2 評価結果」の津波

単独の評価結果であるクリフエッジ津波高さ 15m(敷地高さ+2m)を超えないことを確認する。

ロ 評価結果

(イ) 地震随伴外部溢水で想定する溢水源の選定結果

建屋外の溢水が想定されるものは、循環水管伸縮継手の損傷により発生する溢水、屋外に設置される大型タンク及び小型タンク類の損傷による溢水が想定される。循環水管伸縮継手の損傷により発生する溢水については、溢水が発生する海水ポンプエリア周辺に防護すべき設備がなく、溢水による影響はない。

このため、屋外に設置される大型タンク及び小型タンク類を溢水源に選定した。なお、発電所の敷地内において大型タンクが密集する 1 号機の南側エリアが最も発生水位が高くなることから、当該エリアを代表とし、以下のとおり溢水源を選定した。

【大型タンク】

- ・2 次系純水タンク
- ・ろ過水貯蔵タンク

【小型タンク】

- ・所内用水タンク
- ・補給水処理装置
- ・補助ボイラ給水タンク

(ロ) 防護すべき設備の選定結果

地震単独の評価の炉心損傷防止対策(出力運転時／運転停止時)、格納容器機能喪失防止対策及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジ

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るものを防護すべき設備に選定した。選定した結果を参考資料 I に示す。

なお、特重施設は建屋内に設置されているため、評価対象外。

(ハ) 溢水影響評価結果

(イ) 項で選定した溢水源から発生する溢水水位評価結果を第 3.1.4.4-18 表に示す。溢水による合計水位は約 240mm であり、「3.1.4.2 評価結果」の津波単独の評価結果であるクリフエッジ津波高さ 15m (敷地高さ+2m) を超えず、地震単独の評価結果に影響を与えないことを確認した。

また、屋外で発生した溢水がタービン建屋、屋外タンクヤード及び配管トレンチ等を経由し、建屋内の防護すべき設備が設置されている原子炉補助建屋、制御建屋、中間建屋及び燃料取扱建屋 (以下「1 次系建屋」という。) に流入する可能性があるが、これらについても、「3.1.4.2 評価結果」の津波単独の評価においてクリフエッジ津波高さ 15m (敷地高さ+2m) まで 1 次系建屋への流入がないことを確認していることから、建屋内の防護すべき設備も影響を受けない。

第 3.1.4.1-1 表 防護すべき設備の選定結果(炉心損傷防止対策(出力運転時))

評価区画	フロア (EL.[m])	防護すべき設備(代表)※	機能喪失高さ (床上[m])
2A/B-1	13.3	代替電源接続盤(A/B)	1.11
2A/B-2		2A 主蒸気逃し弁(2PCV-3610)	1.82
2A/B-3		2B 主蒸気逃し弁(2PCV-3620)	1.71
2A/B-4	5.0 (中間床)	2C 主蒸気逃し弁(2PCV-3630)	1.90
2A/B-5	5.0	A 蒸気発生器蒸気圧力計(Ⅲ) (2-PT-466)	1.06
2C/B-1	20.3	RTG 補助盤(2RA)	0.08
2C/B-2		原子炉保護系計器ラック RIO 盤 (2P-RIO)	0.11
2C/B-3	13.3	RTG 補助盤用端子盤(制御トレ ン A)(2ATA-1)	0.32
2C/B-4	5.0 (中間床)	計装用電源装置(2AIV)	0.09
2C/B-5		計装用電源装置(2BIV)	0.10
2C/B-6		A 蓄電池	0.76
2C/B-7		B 蓄電池	0.76
2C/B-8		充電器盤(2ACP)	0.10
2C/B-9		充電器盤(2BCP)	0.10
2I/B-1	20.3	換気空調系集中現場盤(2BLVP)	0.62
2I/B-2	13.3	メタルクラッド・スイッチギア (4-2CM/C)	0.04
2I/B-3		メタルクラッド・スイッチギア (4-2DM/C)	0.04
2I/B-4	5.0	2B タービン補助給水ポンプ室給気 ファン(2VSF40B)	0.10
2I/B-5	-2.0 (中間床)	温度制御器(2TC-2678B)	1.06
2I/B-6	-2.0	タービン動補助給水ポンプ電動弁盤 (2ATAF)	0.38
2I/B-7		タービン動補助給水ポンプ電動弁盤 (2BTAF)	0.41
2I/B-8		タービン動補助給水ポンプ (2-TDAFWP)	0.52

※ 各評価区画において、機能喪失高さが最も低い設備を示す。

第 3.1.4.4-2 表 防護すべき設備の選定結果(格納容器機能喪失防止対策)

評価区画	フロア (EL.[m])	防護すべき設備(代表)※	機能喪失高さ (床上[m])
2A/B-15	20.3	電気式水素燃焼装置変圧器盤(2HCT)	0.1
2A/B-1	13.3	代替電源接続盤(A/B)	1.11
2A/B-2		空気作動弁 VR-001A(2V-VR-001A)	0.7396
2A/B-16		空気作動弁 SS-676A(2V-SS-676A)	3.597
2A/B-17		事故後サンプリング総合監視盤(ASPH-A)	0.15
2A/B-5	5.0	2BIAS格納容器隔離弁(外隔離弁) (2V-IA-508B)	0.69
2A/B-18		2号体積制御タンク第2出口弁 (2LCV-121C)	0.72
2A/B-6	-2.0 (中間床)	2号CH/SIポンプA非常用補給弁 (2LCV-121E)	1.48
2A/B-19		空気作動弁 WL-355(2V-WL-355)	0.555
2A/B-20		2号CH/SIポンプB非常用補給弁 (2LCV-121D)	1.47
2A/B-21		2号抽出オリフィス出口隔離弁(外隔離弁) (2V-CS-007)	0.816
2A/B-6	-2.0	空気作動弁 SS-538A(2V-SS-538A)	3.902
2A/B-7		2AIAS格納容器隔離弁(外隔離弁) (2V-IA-508A)	0.73
2A/B-22		2号B1タンク循環ライン第1出口弁 (2V-SI-038)	0.951
2A/B-23	-9.0	特重施設(弁)	参考資料Ⅱに示す。
2A/B-24		特重施設(弁)	参考資料Ⅱに示す。
2C/B-1	20.3	炉外核計装盤(2NIS-Ⅱ)	0.06
2C/B-2		原子炉制御系計器ラック(2C3)	0.09
2C/B-3	13.3	RTG 補助盤用端子盤(制御トレン A) (2ATA-1)	0.32
2C/B-4	5.0 (中間床)	計装用電源装置(2AIV)	0.09
2C/B-5		計装用電源装置(2BIV)	0.1
2C/B-8		充電器盤(2ACP)	0.1
2C/B-9		充電器盤(2BCP)	0.1
2C/B-11	-2.0	試料採取盤(2SP)	0.586
2I/B-2	13.3	PT 盤(2C M/C)	0.015
2I/B-3		PT 盤(2D M/C)	0.015
2I/B-6	-2.0	中央制御室外原子炉停止盤(2AEP)	0.43
2I/B-7		中央制御室外原子炉停止盤(2BEP)	0.43
2FH/B-1	5.0	格納容器広域圧力計(Ⅱ) (2-PT-951)	0.92

※ 各評価区画において、機能喪失高さが最も低い設備を示す。

第 3.1.4.1-3 表 防護すべき設備の選定結果(炉心損傷防止対策(運転停止時))

評価区画	フロア (EL.[m])	防護すべき設備(代表)*	機能喪失高さ (床上[m])
2A/B-1	13.3	重大事故等対処用変圧器受電盤	0.24
2A/B-5	5.0	格納容器広域圧力計(Ⅳ)(2-PT-953)	0.96
2A/B-6	-2.0 (中間床)	2A スプレイクーラ出口弁 (2V-CP-024A)	1.54
2A/B-7	-2.0	格納容器広域圧力計(Ⅰ)(2-PT-950)	1.21
2A/B-8	-9.0	2B 余熱除去冷却器冷却水第2出口弁 (2V-CC-228B)	4.43
2A/B-9		代替再循環隔離弁(2V-RH-035)	0.85
2A/B-10	-15.0	2A 余熱除去ポンプ出口流量計 (2-FT-601)	1.04
2A/B-11		2B 余熱除去ポンプ出口流量計 (2-FT-611)	1.11
2A/B-12		2B 余熱除去系統 C/V 再循環弁 (2V-SI-193B)	2.06
2A/B-13	-21.0	2A 余熱除去ポンプ(2A-RHRP)	0.81
2A/B-14		2B 余熱除去ポンプ(2B-RHRP)	0.81
2C/B-1	20.3	RTG 補助盤(2RA)	0.08
2C/B-2		原子炉保護系計器ラック RIO 盤 (2P-RIO)	0.11
2C/B-3	13.3	RTG 補助盤用端子盤(制御トレン A) (2ATA-1)	0.32
2C/B-4	5.0 (中間床)	計装用電源装置(2AIV)	0.09
2C/B-5		計装用電源装置(2BIV)	0.10
2C/B-6		A 蓄電池	0.76
2C/B-7		B 蓄電池	0.76
2C/B-8		充電器盤(2ACP)	0.10
2C/B-9		充電器盤(2BCP)	0.10
2C/B-10	5.0	重大事故等対処用入出力盤 (2SAIO)	0.50
2I/B-2	13.3	メタルクラッド・スイッチギア(4-2CM/C)	0.04
2I/B-3		メタルクラッド・スイッチギア(4-2DM/C)	0.04
2I/B-9	5.0	常設電動注入ポンプ(ALPM)	0.40
2I/B-6	-2.0	中央制御室外原子炉停止盤(2AEP)	0.43
2I/B-7		中央制御室外原子炉停止盤(2BEP)	0.43
2FH/B-1	5.0	格納容器広域圧力計(Ⅱ) (2-PT-951)	0.92

※ 各評価区画において、機能喪失高さが最も低い設備を示す。

第 3.1.4.1-4 表 地震に起因する溢水源リスト(管理区域)

建屋	フロア (EL.[m])	溢水源	溢水量 [m ³]	備考
燃料取扱 建屋	13.3	使用済燃料ピットスロッシング	45.0	—
原子炉補助 建屋	13.3	樹脂タンク	0.5	—
		ほう酸補給タンク	1.5	—
		B 廃液蒸発装置	12.3	—
		廃液蒸発装置中和剤注入装置	0.4	—
		廃液蒸発装置消泡剤注入装置	0.3	—
		ドラム詰 バッチタンク	8.0	—
	5.0 (中間床)	ほう酸濃縮液フィルタ	4.1※	※左記の溢水 源からの合 計量を示す
	5.0	ほう酸濃縮液タンク		
		ほう酸濃縮液ポンプ		
		ほう酸回収装置	14.8	—
		1 次系薬品タンク	0.1	—
		ガス圧縮装置	0.3	—
	-2.0	冷却材陽イオン脱塩塔	0.9	—
		ほう酸除去脱塩塔	3.7	—

第 3.1.4.1-5 表 地震に起因する溢水源リスト(非管理区域)

建屋	フロア (EL.[m])	溢水源	溢水量 [m ³]	備考
中間建屋	-2.0	薬液混合タンク	0.1	—

第 3.1.4.1-6 表 設定した各建屋の溢水量(管理区域)

建屋	溢水量[m ³]
燃料取扱建屋	45.0
原子炉補助建屋	46.9

第 3.1.4.1-7 表 設定した各建屋の溢水量(非管理区域)

建屋	溢水量[m ³]
中間建屋	0.1

第 3.1.4.1-8 表 3 次元流動解析に用いた評価条件

モデル化範囲	SFP のあるフロアレベル全体
境界条件	上部は開放とし、他は壁による境界を設定
初期水位	EL.+12.93m (高水位警報設定値)
評価用地震波	・Ss-1 地震動 (スペクトルベース波: Ss1) の 2.13 倍 (地震単独の評価における炉心損傷防止対策 (出力運転時・運転停止時) のクリフエッジ地震加速度: 1.17G) による燃料取扱建屋 EL.+13.3m 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 方向で評価する。
その他	・使用済燃料ラックは考慮せず、SFP 内の水は全て揺動する。 ・SFP 周りのフェンスによる SFP 水のはね返り挙動は考慮しない。 ・SFP-A、SFP-B、燃料取替用キャナル、キャスクピット、燃料検査ピットの全てが水張りされた状態とし、発生する全ての溢水量を評価する。

第 3.1.4.1-9 表 SFP の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	45.0m ³
クリフエッジ地震動 NS 方向、UD 方向	37.1m ³

第 3.1.4.4-10 表 炉心損傷防止対策(出力運転時) 没水影響評価結果

建屋	区域区分	EL.[m]	評価区画	防護すべき設備	溢水量 [m ³]	滞留面積 [m ²]	床勾配 [m]	①溢水水位 (床上[m])	②機能喪失高さ (床上[m])	影響評価	判定
原子炉補助 建屋	管理区域	13.3	2A/B-1	代替電源接続盤(A/B)	23.0	1078.9	0.1	0.122	1.11	①<②	○
		5.0	2A/B-5	A 蒸気発生器蒸気圧力計(Ⅲ) (2-PT-466)	42.3	1469.7	0.1	0.129	1.06	①<②	○
	非管理 区域	13.3	2A/B-2	2A 主蒸気逃し弁(2PCV-3610)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				1.82	—	○
			2A/B-3	2B 主蒸気逃し弁(2PCV-3620)					1.71	—	○
		5.0 (中間床)	2A/B-4	2C 主蒸気逃し弁(2PCV-3630)					1.90	—	○
制御建屋	非管理 区域	20.3	2C/B-1	RTG 補助盤(2RA)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.08	—	○
			2C/B-2	原子炉保護系計器ラック RIO 盤 (2P-RIO)					0.11	—	○
		13.3	2C/B-3	RTG 補助盤用端子盤(制御トレン A) (2ATA-1)					0.32	—	○
		5.0 (中間床)	2C/B-4	計装用電源装置(2AIV)					0.09	—	○
			2C/B-5	計装用電源装置(2BIV)					0.10	—	○
			2C/B-6	A 蓄電池					0.76	—	○
			2C/B-7	B 蓄電池					0.76	—	○
			2C/B-8	充電器盤(2ACP)					0.10	—	○
			2C/B-9	充電器盤(2BCP)					0.10	—	○
中間建屋	非管理 区域	20.3	2I/B-1	換気空調系集中現場盤(2BLVP)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.62	—	○
		13.3	2I/B-2	メタルクラッド・スイッチギア(4-2CM/C)					0.04	—	○
			2I/B-3	メタルクラッド・スイッチギア(4-2DM/C)					0.04	—	○
		5.0	2I/B-4	2B タービン補助給水ポンプ室給気 ファン(2VSF40B)					0.10	—	○
		-2.0 (中間床)	2I/B-5	温度制御器(2TC-2678B)					1.06	—	○
		-2.0	2I/B-6	タービン動補助給水ポンプ電動弁盤 (2ATAF)					0.38	—	○
			2I/B-7	タービン動補助給水ポンプ電動弁盤 (2BTAF)					0.41	—	○
			2I/B-8	タービン動補助給水ポンプ (2-TDAFWP)					0.52	—	○

第 3.1.4.4-11 表 格納容器機能喪失防止対策没水影響評価結果

建屋	区域区分	EL.[m]	評価区 画	防護すべき設備	溢水量 [m ³]	滞留面積 [m ²]	床勾配 [m]	①溢水水位 (床上[m])	②機能喪失高さ (床上[m])	影響評 価	判定
原子炉補助 建屋	管理区域	20.3	2A/B-15	電気式水素燃焼装置変圧器盤(2HCT)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.1	—	○
	管理区域	13.3	2A/B-1	代替電源接続盤(A/B)	23.0	1078.9	0.1	0.122	1.11	①<②	○
			2A/B-2	空気作動弁 VR-001A(2V-VR-001A)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.7396	—	○
			2A/B-16	空気作動弁 SS-676A(2V-SS-676A)	23.0	1226.5	0.1	0.119	3.597	①<②	○
			2A/B-17	事故後サンプリング総合監視盤(ASPH-A)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.15	—	○
	管理区域	5.0	2A/B-5	2BIAS格納容器隔離弁(外隔離弁) (2V-IA-508B)	42.3	1469.7	0.1	0.129	0.69	①<②	○
			2A/B-18	2号体積制御タンク第2出口弁 (2LCV-121C)	42.3	1589.0	0.1	0.127	0.72	①<②	○
	管理区域	-2.0 (中間床)	2A/B-6	2号CH/SIポンプA非常用補給弁 (2LCV-121E)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				1.48	—	○
			2A/B-19	空気作動弁 WL-355(2V-WL-355)					0.555	—	○
			2A/B-20	2号CH/SIポンプB非常用補給弁 (2LCV-121D)					1.47	—	○
			2A/B-21	2号抽出オリフィス出口隔離弁(外隔離 弁)(2V-CS-007)					0.816	—	○
	管理区域	-2.0	2A/B-6	空気作動弁 SS-538A(2V-SS-538A)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				3.902	①<②	○
			2A/B-7	2AIAS格納容器隔離弁(外隔離弁) (2V-IA-508A)	46.9	1197.6	0.1	0.140	0.73	①<②	○
			2A/B-22	2号B1タンク循環ライン第1出口弁 (2V-SI-038)	46.9	1232.2	0.1	0.139	0.951	①<②	○
	管理区域	-9.0	2A/B-23	特重施設(弁)	参考資料Ⅱに示す。					①<②	○
			2A/B-24	特重施設(弁)	参考資料Ⅱに示す。					①<②	○
制御建屋	非管理 区域	20.3	2C/B-1	炉外核計装盤(2NIS-Ⅱ)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.06	—	○
			2C/B-2	原子炉制御系計器ラック(2C3)					0.09	—	○
		13.3	2C/B-3	RTG補助盤用端子盤(制御トレナA)(2ATA-1)					0.32	—	○
		5.0 (中間床)	2C/B-4	計装用電源装置(2AIV)					0.09	—	○
			2C/B-5	計装用電源装置(2BIV)					0.1	—	○
			2C/B-8	充電器盤(2ACP)					0.1	—	○
			2C/B-9	充電器盤(2BCP)					0.1	—	○
		-2.0	2C/B-11	試料採取盤(2SP)					0.586	—	○
中間建屋	非管理 区域	13.3	2I/B-2	PT盤(2C M/C)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.015	—	○
			2I/B-3	PT盤(2D M/C)					0.015	—	○
		-2.0	2I/B-6	中央制御室外原子炉停止盤(2AEP)					0.43	—	○
			2I/B-7	中央制御室外原子炉停止盤(2BEP)					0.43	—	○
燃料取扱 建屋	管理区域	5.3	2FH/B-1	格納容器広域圧力計(Ⅱ) (2-PT-951)	45.0	236.1	0.1	0.291	0.92	①<②	○

第 3.1.4.4-12 表 炉心損傷防止対策(運転停止時) 没水影響評価結果

建屋	区域区分	EL.[m]	評価区画	防護すべき設備	溢水量 [m ³]	滞留面積 [m ²]	床勾配 [m]	①溢水水位 (床上[m])	②機能喪失高さ (床上[m])	影響評価	判定
原子炉補助 建屋	管理区域	13.3	2A/B-1	重大事故等対処用変圧器受電盤	23.0	1078.9	0.1	0.124	0.24	①<②	○
		5.0	2A/B-5	格納容器広域圧力計(Ⅳ) (2-PT-953)	41.4	1469.7	0.1	0.129	0.96	①<②	○
		-2.0 (中間床)	2A/B-6	2A スプレイクーラ出口弁 (2V-CP-024A)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				1.54	—	○
		-2.0	2A/B-7	格納容器広域圧力計(Ⅰ) (2-PT-950)	46.0	1197.6	0.1	0.140	1.21	①<②	○
		-9.0	2A/B-8	2B 余熱除去冷却器冷却水第 2 出口 弁(2V-CC-228B)	46.0	830.0	0.1	0.169	4.43	①<②	○
			2A/B-9	代替再循環隔離弁(2V-RH-035)	46.0	897.6	0.1	0.163	0.85	①<②	○
		-15.0	2A/B-10	2A 余熱除去ポンプ出口流量計 (2-FT-601)	46.0	139.8	0.1	0.430	1.04	①<②	○
			2A/B-11	2B 余熱除去ポンプ出口流量計 (2-FT-611)	46.0	39.5	0.1	1.265	1.11	①>②	○*
			2A/B-12	2B 余熱除去系統 C/V 再循環弁 (2V-SI-193B)	46.0	112.4	0.1	0.510	2.06	①<②	○
		-21.0	2A/B-13	2A 余熱除去ポンプ(2A-RHRP)	46.0	123.6	0.1	0.483	0.81	①<②	○
			2A/B-14	2B 余熱除去ポンプ(2B-RHRP)	46.0	119.5	0.1	0.485	0.81	①<②	○
制御建屋	非管理 区域	20.3	2C/B-1	RTG 補助盤(2RA)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.08	—	○
			2C/B-2	原子炉保護系計器ラック RIO 盤 (2P-RIO)					0.11	—	○
		13.3	2C/B-3	RTG 補助盤用端子盤(制御トレン A) (2ATA-1)					0.32	—	○
		5.0 (中間床)	2C/B-4	計装用電源装置(2AIV)					0.09	—	○
			2C/B-5	計装用電源装置(2BIV)					0.10	—	○
			2C/B-6	A 蓄電池					0.76	—	○
			2C/B-7	B 蓄電池					0.76	—	○
			2C/B-8	充電器盤(2ACP)					0.10	—	○
			2C/B-9	充電器盤(2BCP)					0.10	—	○
		5.0	2C/B-10	重大事故等対処用入出力盤 (2SAIO)					0.50	—	○
		13.3	2I/B-2	メタルクラッド・スイッチギア(4-2CM/C)					0.04	—	○
			2I/B-3	メタルクラッド・スイッチギア(4-2DM/C)					0.04	—	○
中間建屋	非管理 区域	5.0	2I/B-9	常設電動注入ポンプ(ALPM)	溢水源及び他区画からの溢水伝播なし				0.40	—	○
		-2.0	2I/B-6	中央制御室外原子炉停止盤(2AEP)					0.43	—	○
			2I/B-7	中央制御室外原子炉停止盤(2BEP)					0.43	—	○
		5.0	2FH/B-1	格納容器広域圧力計(Ⅱ)(2-PT-951)	41.1	236.1	0.1	0.284	0.92	①<②	○
燃料取扱建屋	管理区域	5.0	2FH/B-1	格納容器広域圧力計(Ⅱ)(2-PT-951)	41.1	236.1	0.1	0.284	0.92	①<②	○

※ 本計器は、耐没水性(「JIS C 920:電気機械器具の外郭による保護等級(IPコード)」において規定される IP コード 7 に適合)があることから、機能喪失しない。

第 3.1.4.4-13 表 炉心損傷防止対策(出力運転時)被水影響評価結果の例(1/2)

建屋	EL.[m]	評価区画	防護すべき設備	影響評価	判定
原子炉補助 建屋	13.3	2A/B-1	代替電源接続盤(A/B)	被水源からの直線軌道及び放物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。	○
		2A/B-2	2A 主蒸気逃し弁(2PCV-3610)		
		2A/B-3	2B 主蒸気逃し弁(2PCV-3620)		
	5.0 (中間床)	2A/B-4	2C 主蒸気逃し弁(2PCV-3630)		
	5.0	2A/B-5	A 蒸気発生器蒸気圧力計(Ⅲ) (2-PT-466)		
制御建屋	20.3	2C/B-1	RTG 補助盤(2RA)	被水源からの直線軌道及び放物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。	○
		2C/B-2	原子炉保護系計器ラック RIO 盤 (2P-RIO)		
	13.3	2C/B-3	RTG 補助盤用端子盤(制御トレン A) (2ATA-1)		
	5.0 (中間床)	2C/B-4	計装用電源装置(2AIV)		
		2C/B-5	計装用電源装置(2BIV)		
		2C/B-6	A 蓄電池		
		2C/B-7	B 蓄電池		
		2C/B-8	充電器盤(2ACP)		
		2C/B-9	充電器盤(2BCP)		

第 3.1.4.4-13 表 炉心損傷防止対策(出力運転時)被水影響評価結果の例(2/2)

建屋	EL.[m]	評価区画	防護すべき設備	影響評価	判定
中間建屋	20.3	2I/B-1	換気空調系集中現場盤(2BLVP)	被水源からの直線軌道及び放物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。	○
	13.3	2I/B-2	メタルクラッド・スイッチギア(4-2CM/C)		
		2I/B-3	メタルクラッド・スイッチギア(4-2DM/C)		
	5.0	2I/B-4	2B タービン補助給水ポンプ室給気ファン(2VSF40B)		
	-2.0 (中間床)	2I/B-5	温度制御器(2TC-2678B)		
	-2.0	2I/B-6	タービン動補助給水ポンプ電動弁盤(2ATAF)		
		2I/B-7	タービン動補助給水ポンプ電動弁盤(2BTAF)		
		2I/B-8	タービン動補助給水ポンプ(2-TDAFWP)		

第 3.1.4.4-14 表 格納容器機能喪失防止対策被水影響評価結果の例 (1/2)

建屋	EL.[m]	評価区画	防護すべき設備	影響評価	判定
原子炉補助 建屋	20.3	2A/B-15	電気式水素燃焼装置変圧器盤(2HCT)	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。	○
	13.3	2A/B-1	代替電源接続盤(A/B)		
		2A/B-2	空気作動弁 VR-001A(2V-VR-001A)		
		2A/B-16	空気作動弁 SS-676A(2V-SS-676A)		
		2A/B-17	事故後サンプリング総合監視盤(ASPH-A)		
	5.0	2A/B-5	2BIAS格納容器隔離弁(外隔離弁)(2V-IA-508B)		
		2A/B-18	2号体積制御タンク第2出口弁(2LCV-121C)		
	-2.0 (中間床)	2A/B-6	2号CH/SIポンプA非常用補給弁(2LCV-121E)		
		2A/B-19	空気作動弁 WL-355(2V-WL-355)		
		2A/B-20	2号CH/SIポンプB非常用補給弁(2LCV-121D)		
		2A/B-21	2号抽出オリフィス出口隔離弁(外隔離弁)(2V-CS-007)		
	-2.0	2A/B-6	空気作動弁 SS-538A(2V-SS-538A)		
		2A/B-7	2AIAS格納容器隔離弁(外隔離弁)(2V-IA-508A)		
		2A/B-22	2号B1タンク循環ライン第1出口弁(2V-SI-038)		
	-9.0	2A/B-23	特重施設(弁)	参考資料Ⅱに示す。	○
		2A/B-24	特重施設(弁)		

第 3.1.4.4-14 表 格納容器機能喪失防止対策被水影響評価結果の例 (2/2)

建屋	EL.[m]	評価区画	防護すべき設備	影響評価	判定
制御建屋	20.3	2C/B-1	炉外核計装盤(2NIS-II)	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。	○
		2C/B-2	原子炉制御系計器ラック(2C3)		
	13.3	2C/B-3	RTG 補助盤用端子盤(制御トレン A)(2ATA-1)		
	5.0 (中間床)	2C/B-4	計装用電源装置(2AIV)		
		2C/B-5	計装用電源装置(2BIV)		
		2C/B-8	充電器盤(2ACP)		
		2C/B-9	充電器盤(2BCP)		
	-2.0	C/B-11	試料採取盤(2SP)		
中間建屋	13.3	2I/B-2	PT 盤(2C M/C)	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。	○
		2I/B-3	PT 盤(2D M/C)		
	-2.0	2I/B-6	中央制御室外原子炉停止盤(2AEP)		
		2I/B-7	中央制御室外原子炉停止盤(2BEP)		
燃料取扱建屋	5.3	2FH/B-1	格納容器広域圧力計(Ⅱ)(2-PT-951)		

第 3.1.4.4-15 表 炉心損傷防止対策(運転停止時)被水影響評価結果の例(1/2)

建屋	EL.[m]	評価区画	防護すべき設備	影響評価	判定
原子炉補助 建屋	13.3	2A/B-1	重大事故等対処用変圧器受電盤	被水源からの直線軌道及び放物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。	○
	5.0	2A/B-5	格納容器広域圧力計(Ⅳ)(2-PT-953)		
	-2.0 (中間床)	2A/B-6	2A スプレイクーラ出口弁 (2V-CP-024A)		
	-2.0	2A/B-7	格納容器広域圧力計(Ⅰ)(2-PT-950)		
	-9.0	2A/B-8	2B 余熱除去冷却器冷却水第 2 出口 弁(2V-CC-228B)		
		2A/B-9	代替再循環隔離弁(2V-RH-035)		
	-15.0	2A/B-10	2A 余熱除去ポンプ出口流量計 (2-FT-601)		
		2A/B-11	2B 余熱除去ポンプ出口流量計 (2-FT-611)		
		2A/B-12	2B 余熱除去系統 C/V 再循環弁 (2V-SI-193B)		
	-21.0	2A/B-13	2A 余熱除去ポンプ(2A-RHRP)		
		2A/B-14	2B 余熱除去ポンプ(2B-RHRP)		

第 3.1.4.4-15 表 炉心損傷防止対策(運転停止時)被水影響評価結果の例(2/2)

建屋	EL.[m]	評価区画	防護すべき設備	影響評価	判定
制御建屋	20.3	2C/B-1	RTG 補助盤(2RA)	被水源からの直線軌道及び放物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。	○
		2C/B-2	原子炉保護系計器ラック RIO 盤(2P-RIO)		
	13.3	2C/B-3	RTG 補助盤用端子盤(制御トレン A)(2ATA-1)		
	5.0 (中間床)	2C/B-4	計装用電源装置(2AIV)		
		2C/B-5	計装用電源装置(2BIV)		
		2C/B-6	A 蓄電池		
		2C/B-7	B 蓄電池		
		2C/B-8	充電器盤(2ACP)		
		2C/B-9	充電器盤(2BCP)		
	5.0	2C/B-10	重大事故等対処用入出力盤(2SAIO)		
中間建屋	13.3	2I/B-2	メタルクラッド・スイッチギア(4-2CM/C)	被水源からの直線軌道及び放物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。	○
		2I/B-3	メタルクラッド・スイッチギア(4-2DM/C)		
	5.0	2I/B-9	常設電動注入ポンプ(ALPM)		
	-2.0	2I/B-6	中央制御室外原子炉停止盤(2AEP)		
		2I/B-7	中央制御室外原子炉停止盤(2BEP)		
燃料取扱建屋	5.0	2FH/B-1	格納容器広域圧力計(Ⅱ)(2-PT-951)		

第 3.1.4.4-16 表 地震評価結果におけるクリフエッジ地震加速度

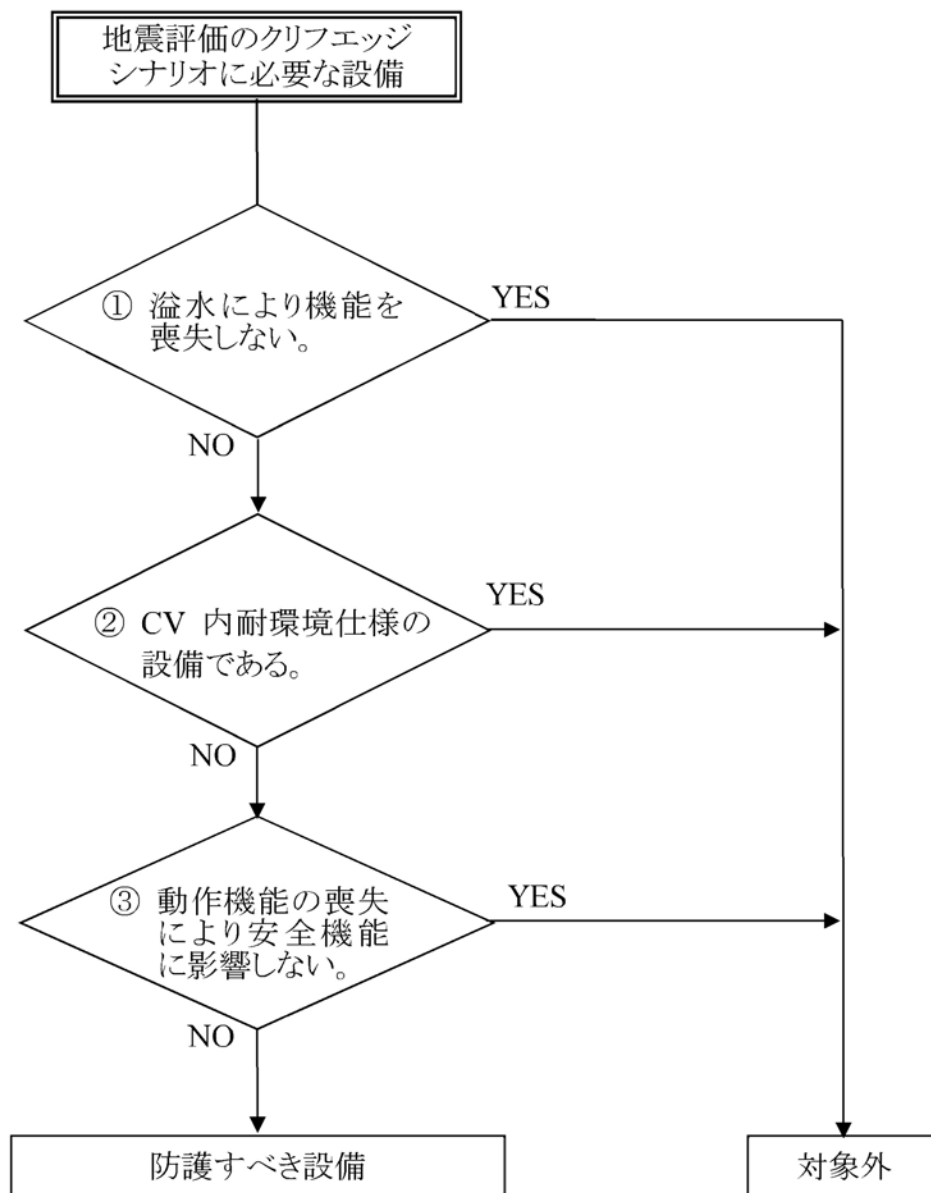
評価項目			クリフエッジ 地震加速度
地震	出力運転時	炉心	1.12G
		格納容器	1.12G
		SFP	1.17G
	運転停止時	炉心	1.12G

第 3.1.4.4-17 表 津波評価結果におけるクリフエッジ津波高さ

評価項目			クリフエッジ 津波高さ
津波	出力運転時	炉心	15m
		格納容器	15m
		SFP	27m
	運転停止時	炉心	15m

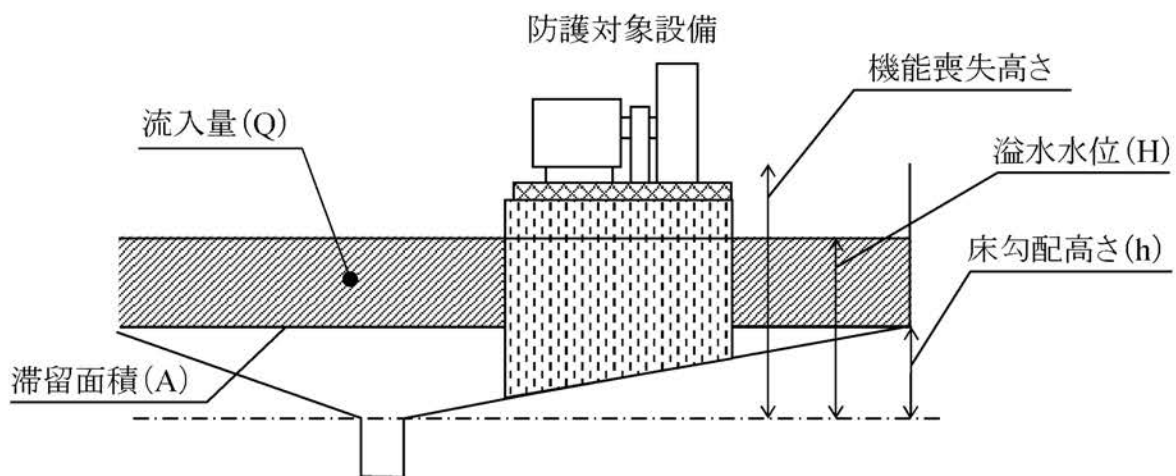
第 3.1.4.4-18 表 大型タンク及び小型タンク類の溢水水位評価結果

溢水水位[mm]		合計水位 [mm]
大型タンク	小型タンク類	
約 160	約 80	約 240

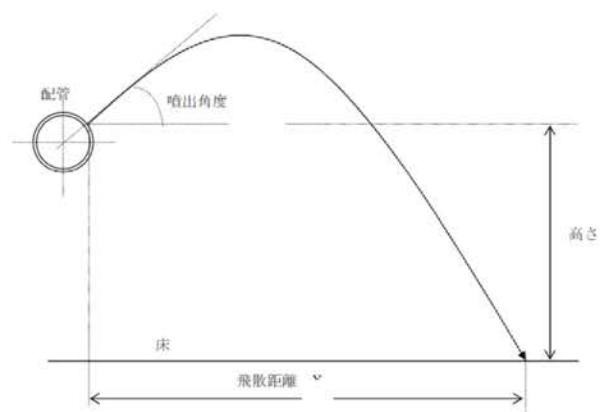
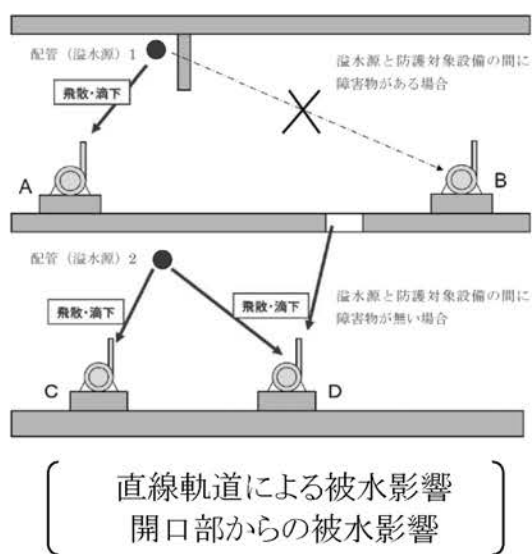


- ① 構造が単純で外部から動力の供給を必要としない容器、熱交換器、フィルタ、安全弁、逆止弁、手動弁、配管類等
- ② 想定される溢水に対して要求される機能を損なわない設計としている原子炉格納容器内に設置された設備
- ③ フェイル位置で要求される機能を損なわない弁及びバウンダリ維持の観点から地震の機器リストに含まれている機能要求のないポンプ

第 3.1.4.4-1 図 防護すべき設備の考え方

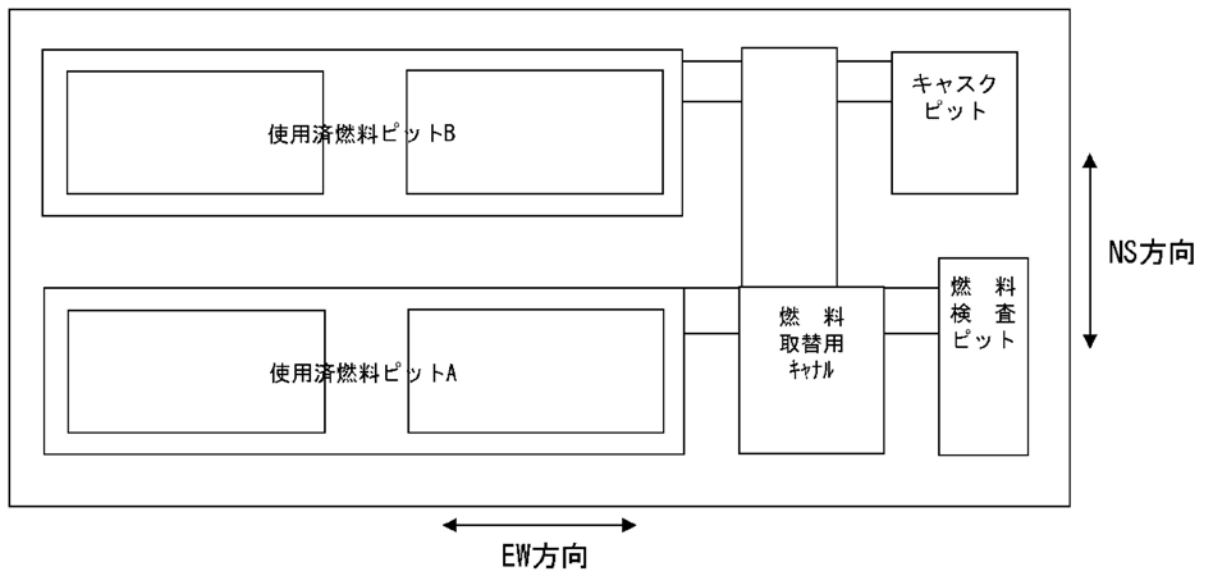


第3.1.4.4-2図 溢水水位算出の考え方



(放物線軌道による被水影響)

第 3.1.4.4-3 図 被水影響範囲の考え方



第 3.1.4.4-4 図 SFP 周辺の概略

b. 地震随伴火災

(a) 地震随伴内部火災

イ 評価方法

地震評価のクリフエッジシナリオに必要な設備への地震起因で発生する建屋内の火災による影響について、以下の評価を実施する。

(イ) 防護すべき設備の選定

炉心損傷防止対策（出力運転時）、格納容器機能喪失防止対策及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオの成立のために必要な設備のうち、建屋内に設置されているものを防護すべき設備とする。

なお、運転停止時には定検作業による分解点検、資機材の搬入等、設備の状態及び周辺環境が日々異なることから、炉心損傷防止対策（運転停止時）においては、「運用により火災発生の防止、又は早期発見・消火が可能であるか」という観点で、定性的に評価する。

(ロ) 評価区画の設定

評価区画は、3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって囲まれ、他の区画と分離されている建屋内の区画とし、選定した防護すべき設備が設置されているすべての区画に対して設定する。

(ハ) 火災源の設定

(ロ) 項にて設定した評価区画にある可燃物を種類で分類し、火災源の設定を行う。設定にあたっては、可燃物及び可燃物を内包する設備等が地震により損傷した場合にどのような過程を経て火災に至るか想定が困難であるため、評価区画で想定される火災原因となる可燃物を設定する。

(二) 火災による影響評価

(ハ) 項にて設定された火災源について、クリフエッジシナリオに必要な設備への影響を以下の観点により確認する。

- ・ 火災源となる設備、若しくは可燃物を内包する設備のクリフエッジ地震での損傷による火災発生の有無
- ・ 火災源となる可燃物の物質特性(引火点等)からの火災発生の可能性の有無
- ・ 火災源となる設備、若しくは可燃物を内包する設備の材質及び構造により火災の影響が限定的か
- ・ 運用により火災発生の防止、又は早期発見・消火が可能か

ロ 評価結果

(イ) 防護すべき設備の選定結果

3.1.4.2(1)項のクリフエッジシナリオを踏まえ、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して選定した。選定した結果を参考資料Ⅰ及び参考資料Ⅱに示す。

特重施設(建屋)内の防護すべ設備については、当該建屋内に設置されている火災源となる設備、若しくは可燃物を内包する設備がクリフエッジ地震加速度で損傷せず、火災が発生しないことから、火災による影響を受けない。

(ロ) 評価区画の設定結果

評価方法に基づき、設定した評価区画を参考資料Ⅰに示す。

(ハ) 火災源の設定結果

(ロ) 項にて設定した評価区画にある可燃物を火災源として設定した。設定した火災源を第 3.1.4.4-19 表に示す。

なお、可燃物の設定にあたっては評価区画内で想定される火災として、油火災、可燃性ガス火災、電気火災及びその他可燃物による火災があることから、その原因となる以下の可燃物を抽出した。

【油火災】

- ・潤滑油火災

【可燃性ガス火災】

- ・水素ガス火災

【電気火災】

- ・電気盤火災
- ・ケーブル火災

【その他可燃物火災】

- ・モータ絶縁物火災
- ・火気使用作業火災及び持込み可燃物による火災（運転停止時のみ）

(二) 火災による影響評価結果

(ハ) 項で抽出された火災源について、クリフエッジシナリオに必要な設備への影響を評価した。その評価結果を第 3.1.4.4-20 表に、以下に評価内容を示す。なお、特重施設においては、地震随伴内部火災によるクリフエッジシナリオへの影響はないことを確認した。

I 潤滑油火災

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、川内原子力発電所における原子炉格納容器内、原子炉

補助建屋内、燃料取扱建屋内、制御建屋内又は中間建屋内に設置されている潤滑油内包設備の潤滑油の引火点は 220～262℃であり、第 3.1.4.4-21 表に示すとおり、評価区画の室内温度及び設備運転時の潤滑油温度に対して、十分に高く、潤滑油を内包している設備（以下「潤滑油内包設備」という。）が損傷したとしても、防護すべき設備へ影響を及ぼす火災は発生しない。

なお、炉心損傷防止対策（出力運転時）及び格納容器機能喪失防止対策の防護すべき設備が設置される評価区画内の潤滑油内包設備の HCLPF を第 3.1.4.4-22 表に、SFP 燃料損傷防止対策の防護すべき設備が設置される評価区画内の潤滑油内包設備の HCLPF を第 3.1.4.4-23 表に示す。各評価区画内の潤滑油内包設備について、HCLPF が地震単独の評価における炉心損傷防止対策（出力運転時）、格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジ地震加速度（1.12G）及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度（1.17G）を上回っていることから、潤滑油内包設備は損傷しない。

運転停止時においては、潤滑油内包設備が保守点検作業により分解されている状況が想定され、地震により潤滑油が漏えい・拡大し、火災が発生する可能性がある。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作業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。さらに、作業中断時には、不燃シートによる養生管理や作業エリアの周辺に可燃物・引火物がないことの確認等を実施する運用としており、防護すべき設備へ影響を及ぼす火災は発生しない。

II 水素ガス火災

評価区画内の水素を内包している系統（以下「水素内包系統」という。）には、体積制御タンク（関連配管含む。）等があり、炉心損傷防止対策（出力運転時）及び格納容器機能喪失防止対策の防護すべき設備が設置される評価区画内の水素内包系統の HCLPF を第 3.1.4.4-24 表に示す。各評価区画内の水素内包系統について、HCLPF が地震単独の評価における炉心損傷防止対策（出力運転時）のクリフエッジ地震加速度（1.12G）、格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジ地震加速度（1.12G）及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度（1.17G）を上回っていることから、水素内包系統の損傷による火災は発生しない。

運転停止時においては、水素がガス減衰タンクに回収されている状態であることから、評価区画内での防護すべき設備へ影響を及ぼす火災は発生しない。

Ⅲ 電気盤火災

「3.1.4.2 評価結果」において、炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）及び格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジシナリオに必要な電気盤の HCLPF は、炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）のクリフエッジ地震加速度（1.12G）及び格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジ地震加速度（1.12G）を上回っていることを確認しており、当該設備の損傷による火災は発生しない。なお、SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオに必要な電気盤はない。

また、評価区画内に存在するその他の電気盤については、金属製の筐体に覆われており、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ことから、防護すべき設備へ影響を及ぼすような火災は発生しない。

なお、運転停止時においても、上記と同様である。

IV ケーブル火災

「3.1.4.2 評価結果」において、炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）及び格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジシナリオに必要なケーブル（ケーブルトレイ）の HCLPF は、炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）のクリフエッジ地震加速度（1.12G）及び格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジ地震加速度（1.12G）を上回っていることを確認しており、当該設備の損傷による火災は発生しない。なお、SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオに必要なケーブル（ケーブルトレイ）はない。

また、評価区画に存在するその他のケーブルが着火したとしても、難燃性材料が使用されており、筐体や電線管に収納されているため、ケーブルの火災の影響範囲は限定されることから、防護すべき設備へ影響を及ぼすような火災は発生しない。

なお、運転停止時においても、上記と同様である。

V モータ絶縁物火災

「3.1.4.2 評価結果」において、炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオに必要なモータの HCLPF は、それぞれ炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）のクリフエッジ地震加速度（1.12G）、格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジ地震加速度（1.12G）及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度（1.17G）を上回っていることを確認しており、当該設備の損傷による火災は発生しない。

また、評価区画に存在するその他のモータについては、モータ絶縁物の量が限定されており、空気との接触面も限られていることから、防護すべき設備に影響を及ぼすような火災は発生しない。

運転停止時においては、モータの保守点検によりモータ絶縁物が露出し、火災が発生する可能性がある。しかし、仮にモータ絶縁物による火災が発生しても、作業中においては、常時作業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。また、作業中断時には、不燃シートによる養生管理や作業周辺のエリアで可燃物・引火物がないことの確認等を実施する運用としており、防護すべき設備へ影響を及ぼすような火災が発生しない。

VI 火気使用作業火災及び持込み可燃物による火災(運転停止時のみ)

火気使用作業時は、火気使用場所の養生や消火用具の準備を行い、火災の発生防止及び作業員による火災の早期の検知・消火が可能な運用を整備している。

また、有機溶剤等の可燃物を持ち込む場合には、火災区画毎の可燃物の火災荷重(潜在的発生熱量)を管理し、持込量を制限していること及び危険物を仮置する場合は、密閉容器を使用し、近傍に溶接作業等による火気、その他着火源になるような機械、設備がないことを確認する運用としていることから、防護すべき設備へ影響を及ぼすような火災は発生しない。

第 3.1.4.4-19 表 地震随伴内部火災における火災源の設定結果

想定される火災	火災源	設定理由
油火災	潤滑油	発火性又は引火性物質として消防法で定められる危険物であり、地震により漏えいし、火災が発生する可能性があるため、火災源に設定
可燃性ガス火災	水素ガス	高圧ガス保安法で定められる可燃性のガスであり、かつ、地震により系外へ漏えいした場合に空気により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で火災が発生する可能性があるため、火災源に設定
電気火災	電気盤	盤内の構成品が地震により破損、過電流が発生することにより、電氣的に過熱され、火災が発生する可能性があるため、火災源に設定
	ケーブル	ケーブルが地震により損傷、過電流が発生することにより、電氣的に過熱され、火災が発生する可能性があるため、火災源に設定
その他可燃物火災	モータ絶縁物	モータ固定子コイルが電氣的に加熱され、モータ絶縁物が発火する可能性があるため、火災源に設定
	火気使用作業及び持込み可燃物※	定期点検時には、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ため、火災源に設定

※プラント運転停止時のみに想定される。

第 3.1.4.4-20 表 地震随伴内部火災 影響評価結果一覧表 (1/2)

火災源	評価結果 (影響有無)	評価内容
潤滑油	無	使用されている潤滑油は引火点が高く、評価区画の室内温度及び設備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おり、防護すべき設備へ影響を及ぼす火災は発生しない。 なお、潤滑油内包設備の HCLPF が地震単独の評価におけるクリフエッジ地震加速度を上回っており、潤滑油内包設備は損傷しない。 運転停止時においては、運用等により早期の火災感知・消火が可能であることから、防護すべき設備へ影響を及ぼす火災は発生しない。
水素ガス	無	水素内包系統の HCLPF が地震単独の評価におけるクリフエッジ地震加速度を上回っており、水素内包系統の損傷による火災は発生しない。 運転停止時においては、水素ガスは回収されている状態であることから、防護すべき設備へ影響を及ぼす火災は発生しない。
電気盤	無	クリフエッジシナリオに必要な電気盤の HCLPF が地震単独の評価におけるクリフエッジ地震加速度を上回っており、電気盤の損傷による火災は発生しない。また、評価区画内に存在するその他の電気盤においては、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ことから、防護すべき設備へ影響を及ぼすような火災は発生しない。 運転停止時においても、上記と同様である。

第 3.1.4.4-20 表 地震随伴内部火災 影響評価結果一覧表 (2/2)

火災源	評価結果 (影響有無)	評価内容
ケーブル	無	クリフエッジシナリオに必要なケーブル(ケーブルトレイ)の HCLPF が地震評価の評価におけるクリフエッジ地震加速度を上回っており、ケーブルの損傷による火災は発生しない。また、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、防護すべき設備へ影響を及ぼすような火災は発生しない。 運転停止時においても、上記と同様である。
モータ絶縁物	無	クリフエッジシナリオに必要なモータの HCLPF が地震評価の評価におけるクリフエッジ地震加速度を上回っており、モータの損傷による火災は発生しない。また、筐体により限定されること、絶縁物の量も限定されていることから、防護すべき設備へ影響を及ぼすような火災は発生しない。 運転停止時には、早期の火災感知・消火が可能であり、適切な火災発生防止対策が施されていることから、防護すべき設備へ影響を及ぼす火災は発生しない。
火気使用作業及び 持込み可燃物※	無	火気使用作業時及び持込可燃物に対し、運用等により早期の火災感知・消火が可能であることから、防護すべき設備へ影響を及ぼす火災は発生しない。

※プラント運転停止時のみに想定される。

第 3.1.4.4-21 表 潤滑油の引火点、室内温度及び設備運転時の潤滑油温度

潤滑油品種	潤滑油内包設備	引火点 [℃]	室内温度 [℃]	設備運転時の 潤滑油温度 [℃]
RIX タービン 56	余熱除去ポンプ 原子炉補機冷却水ポンプ 海水ポンプ電動機 他	244	40	177
			40	95
			—	85
RIX タービン 32	タービン動補助給水ポンプ 電動補助給水ポンプ 他	228	40	70
			40	80
RIX タービン 46	RCP 電動機	232	49	85
マリン T104	ディーゼル発電機	262	40	80
ダイヤモンド フリーズ MS56F	空調用冷凍機	220	40	75

第 3.1.4.4-22 表 炉心損傷防止対策(出力運転時)及び格納容器機能喪失防止対策
の防護すべき設備が設置される評価区画毎の潤滑油内包設備の
HCLPF 評価結果

評価区画	設備名称(潤滑油内包設備)	HCLPF [G]
A/B5-2	2A モニタタンクポンプ	10.57
	2B モニタタンクポンプ	10.57
	A ほう酸濃縮液ポンプ	8.96
	B ほう酸濃縮液ポンプ	8.96
	2A 1次系補給水ポンプ	9.25
	2B 1次系補給水ポンプ	9.25
	2A 燃料取替用水ポンプ	4.78
	2B 燃料取替用水ポンプ	4.78
	2A ガス圧縮機	11.03
	2B ガス圧縮機	11.03
A/B6-1	廃液蒸発装置中和剤注入装置(ポンプケース)	4.11
	廃液蒸発装置消泡剤注入装置(ポンプケース)	4.93
I/B1-6	2号タービン動補助給水ポンプ	4.33
I/B1-8	A 空調用冷水ポンプ	8.95
	B1 1次系補助蒸気復水ポンプ	22.14
	B2 1次系補助蒸気復水ポンプ	22.14
	A 空調用冷凍機	2.84
C/V1-1	燃料取替クレーン	115.97
	燃料移送装置 走行駆動装置(ウォーム減速機)	7.54
	燃料移送装置 水圧制御装置水圧ポンプ	3.06
	格納容器ポーラクレーン	1.33
	2A RCP モータ	1.51
	2B RCP モータ	1.51
	2C RCP モータ	1.51
	2A 格納容器再循環ファン	1.63
	2B 格納容器再循環ファン	1.63
	2C 格納容器再循環ファン	1.63
	2D 格納容器再循環ファン	1.63
	2A 格納容器冷却材ドレンポンプ	21.66
	2B 格納容器冷却材ドレンポンプ	21.66
	2A 格納容器サンプポンプ	24.20
	2B 格納容器サンプポンプ	24.20

第 3.1.4. 1-23 表 SFP 燃料損傷防止対策の防護すべき設備が設置される評価区画毎の潤滑油内包設備の HCLPF 評価結果

評価区画	設備名称(潤滑油内包設備)	HCLPF [G]
FH/B3-1	新燃料エレベータ駆動装置	21.51
	料移送装置 走行駆動装置(ウォーム減速機)	7.54
	燃料移送装置 水圧制御装置水圧ポンプ	3.06

第 3.1.4.4-24 表 炉心損傷防止対策(出力運転時)及び格納容器機能喪失防止対策
の防護すべき設備が設置される評価区画毎の水素内包系統の
HCLPF 評価結果

評価区画	設備名称(水素内包系統)	HCLPF [G]
A/B5-2	体積制御タンク水位 (2LT-120)	8.14
	体積制御タンク水位 (2LT-121)	8.14
	水素マニホールド供給ヘッダ圧力	8.14
	体積制御タンク水素供給圧力	8.14
	体積制御タンク窒素供給圧力	8.14
	体積制御タンクベントライン圧力	8.14
	ベントヘッダ圧力	8.14
	体積制御タンク圧力	8.14
	水素 5vol%以上内包配管(A/B5-2、EL.+5.0m)	1.54
	水素 5vol%以上内包配管(A/B5-2、EL.5.0m、中間床)	1.54
A/B6-1	水素 5vol%以上内包配管(A/B6-1、EL.+13.3m)	1.54

(b) 地震随伴外部火災

イ 評価方法

地震により想定される屋外の火災源を設定し、設定した火災源がクリフエッジシナリオで必要な設備へ及ぼす影響について、以下の評価を実施する。

(イ) 地震随伴外部火災で想定する火災源の設定

発電所の敷地内及び敷地周辺から想定される火災に対して、地震随伴の観点で外部火災源を設定する。

(ロ) 防護すべき設備等の選定

地震単独の評価の炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオの成立のために必要な設備を防護すべき設備とする。

また、アクセスルートの復旧に必要な資機材並びにアクセスルート付近で発生した火災を消火するために必要な資機材についても対象とする。

(ハ) 地震随伴外部火災影響評価

選定された防護すべき設備及びアクセスルートに対する地震随伴外部火災の影響を以下の観点から評価する。

I 屋内に設置された防護すべき設備への影響

屋内に設置された防護すべき設備への影響は、火災源からの輻射熱によるコンクリート製の建屋外壁の健全性（表面温度上昇に伴う建屋外壁損傷の有無）を評価することにより確認する。

具体的には、火災源と防護すべき設備が設置される最も近い建屋外壁の表面温度を求め、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される温度（200℃）未満であることを確認する。下記に評価条件及び評価方法を示す。

（Ⅰ）評価条件

- ・ 火災を想定する油タンクについては、地震によりタンク及び防油堤が損傷し、防油堤外まで油が漏えいするとする。
- ・ 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド、原子力規制委員会（平成 25 年 6 月）」（以下「評価ガイド」という。）の考えに基づき、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする円筒火炎モデルとする。想定する円筒火炎モデルを第 3.1.4.4-9 図に示す。
- ・ 火災源と評価対象の距離は、評価上厳しくなるよう、火災源から評価対象までの直線距離とする。
- ・ 火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射熱で建屋外壁が昇温されるものとする。
- ・ 外壁の表面から大気への放熱は考慮しないこととする。

（Ⅱ）評価方法

火災による建屋外壁の健全性は、外壁が火炎に暴露される時間（火災の燃焼継続時間）と火炎の輻射強度に依存する。

火災の燃焼継続時間は、燃料の量、燃焼面積（燃焼半径）及び燃料の質量低下速度により決定される。火災の燃焼継続時間 τ は下式にて求める。

$$\tau = \frac{V \cdot \rho}{3600 \cdot \pi R^2 \cdot M}$$

ここで、

τ : 燃焼継続時間[h]

V : 燃料量[m³]

R : 燃焼半径[m]

M : 燃料の質量低下速度[kg/m²s]

ρ : 燃料の密度[kg/m³]

火災の輻射強度 E は、燃焼する可燃物によって決まる定数である火災の輻射発散度 R_f と、火災と受熱面との相対位置関係によって定まる形態係数 ϕ の積であり下式にて求める。

$$E = R_f \cdot \phi$$

ここで、

E : 火災の輻射強度[W/m²]

R_f : 火災の輻射発散度[W/m²]

ϕ : 形態係数

(出典: 評価ガイド)

形態係数 ϕ は、火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数であり、第 3.1.4.4-9 図に示す円筒火炎モデルにおいて、燃焼半径を R 、火炎の高さを H 及び火災源と受熱面との距離を L として、下式にて求めることができる。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{A - 2n}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right) - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{n-1}{n+1}} \right) \right\}$$

ただし、

$$m = \frac{H}{R} = 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

R : 燃焼半径[m]

H : 火炎の高さ[m]

L : 火災源と評価対象との距離[m]

(出典: 評価ガイド)

次に、火炎の輻射強度 E 、燃焼継続時間 t 、温度伝導率 α 及び外表面からの深さ x を用いて、下式にて火災源からの輻射熱による外壁の表面温度を算出する。下式は、輻射熱を受けた外壁内部の温度分布を算出する一次元非定常熱伝導方程式による温度評価式である。評価モデルを第 3.1.4.4-10 図に示す。

$$T = T_0 + \frac{2E\sqrt{\alpha t}}{\lambda} \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4\alpha t}\right) - \frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) \right]$$

(出典: 伝熱工学、東京大学出版会)

表面温度を T_w とすると、 T_w は上式に $x=0$ を代入した下式にて算出できる。

$$T_w = T_0 + \frac{2E\sqrt{\alpha t}}{\sqrt{\pi} \cdot \lambda}$$

ここで、

T_0 : 表面初期温度[°C]

α : 温度伝導率[m²/s] (コンクリートの場合: $\alpha = \lambda_c / (\rho_c \cdot C_{pc})$)

λ_c : コンクリートの熱伝導率[W/m・K]

ρ_c : コンクリートの密度[kg/m³]

C_{pc} : コンクリートの比熱[J/kg・K]

t : 燃焼継続時間[sec] = τ

なお、燃焼半径 R は、地震によりタンク及び防油堤が損傷し、防油堤外まで油が漏えいすると想定しており、漏えいした油の規模により変化することから、燃焼半径 R と表面温度 T_w との関係について考察する。燃焼半径 R の増大に伴い、表面温度 T_w も上昇するが、収束する傾向がみられる。

この収束条件を、燃焼半径が 1m 増大した時の表面温度の増分が 0.01%を下回った時点とし、この時点での表面温度を外壁表面最高温度とする。この温度が、コンクリート圧縮強度が維持される温度(200°C)未満であることを確認する。

II 屋外に設置された防護すべき設備への影響

火災源と屋外設備との離隔距離等の配置情報を確認することにより、影響を確認する。

Ⅲ アクセスルートへの影響

火災源とアクセスルートの復旧・消火に必要な資機材との離隔距離等の配置情報を確認することにより、影響を確認する。

ロ 評価結果

(イ) 地震随伴外部火災で想定する火災源の設定結果

発電所の敷地内及び敷地周辺から想定される火災には、森林火災、発電所敷地内の危険物タンクの火災を含む近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機墜落による火災がある。

森林火災については、発電所における可燃物の量(植生)、気象条件、発火点等について最も厳しい条件を用いて影響評価を実施し、必要とされる防火帯幅 16m に対し、約 20m の防火帯幅を設けている。そのため、仮に地震により森林火災が発生しても、影響を受けないため、火災源に設定しない。

近隣の産業施設の火災・爆発のうち発電所敷地外の石油コンビナート等は、発電所施設までの離隔距離が必要とされる危険距離(延焼防止に必要な距離)以上確保されていることから、火災源に設定しない。また、発電所敷地外の半径 10km に存在する危険物貯蔵施設については、発電所と危険物貯蔵施設の間には山林(標高約 100m)の障壁があり、火災時の輻射熱による影響を受けないことから、火災源に設定しない。

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は地震起因で発生しないことから、火災源に設定しない。

このため、発電所敷地内の危険物タンクの火災に対して、地震起因による発生の可能性を検討した。検討内容を第 3.1.4.4-25 表に示す。その結果、

「補助ボイラ燃料タンク」を地震随伴外部火災で想定する火災源と設定した。

(ロ) 防護すべき設備等の選定結果

「3.1.4.2 評価結果」を踏まえ、クリフエッジシナリオに必要な設備等を抽出した。抽出結果を参考資料Ⅰ及び参考資料Ⅱに示す。

(ハ) 地震随伴外部火災影響評価結果

Ⅰ 屋内に設置された防護すべき設備への影響

(イ) 項で選定した補助ボイラ燃料タンクについて、屋内設備が設置されている建屋との配置関係を参考資料Ⅰに示す。補助ボイラ燃料タンクと屋内設備が設置されている建屋との間には1号機建屋が設置されており、配置関係上、直接火災源からの輻射熱の影響を受けることはない。

Ⅱ 屋外に設置された防護すべき設備への影響

屋外に設置された防護すべき設備等の配置図を参考資料Ⅰに示す。屋外に設置された防護すべき設備等は火災源である補助ボイラ燃料タンクから十分な離隔距離があること、火災源の設置高さEL.+13.0mより高台に設置されていることから、火災による影響を受けないことを確認した。

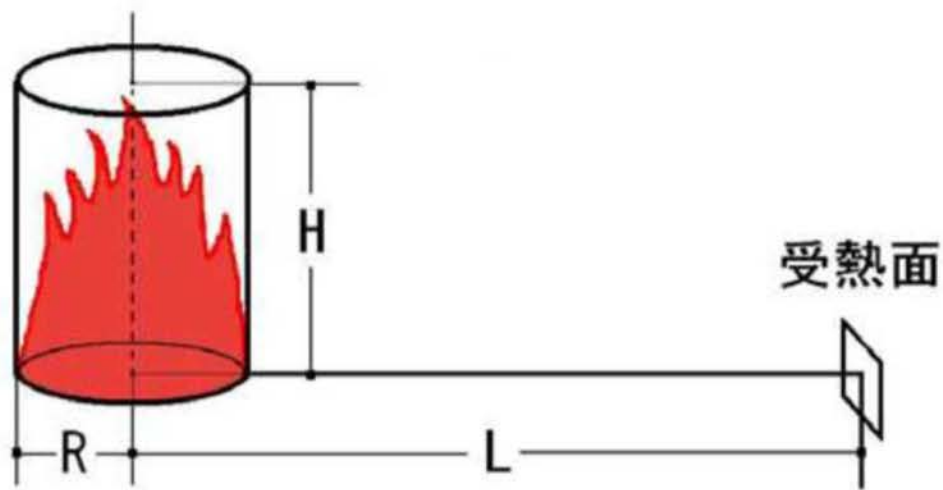
Ⅲ アクセスルートへの影響

消火活動に必要な設備である化学消防車及び小型動力ポンプ付水槽車は、参考資料Ⅰで示す配置図のとおり、外部火災源に対して十分な距離が確保されており、また、火災源までのアクセスルートも確保されており、適切な消火活動を行えることを確認した。

第 3.1.4.4-25 表 発電所敷地内の危険物タンクに対する地震による火災源の検討

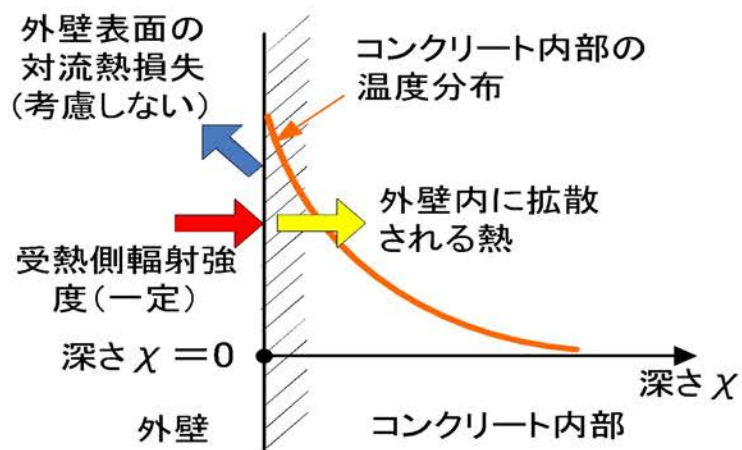
発電所敷地内の 危険物タンク	地震による 火災発生 の 想定要否	検討内容
補助ボイラ 燃料タンク	○	地震によりタンクが損傷し、火災が発生することが想定されることから火災源として設定する。
油計量タンク	×	油計量タンクが貯蔵している油は引火点の高いタービン油であり、引火点以上に加熱されないとなら着火しにくく、かつ、着火源となり得る設備（電気盤）がタンクの近傍にないため、火災源に設定しない。
大容量空冷式発 電機用燃料タンク	×	クリフエッジ地震加速度（炉心損傷防止対策（出力運転時・運転停止時）／格納容器機能喪失防止対策：1.12G、SFP 燃料損傷防止対策：1.17G）以上の耐力（5.5G）を有しており、クリフエッジ地震により損傷しないため、火災源に設定しない。
ディーゼル発電機 燃料油貯油そう	×	消防法に基づきコンクリート構造物に収納された地下埋設タンクとなっており、構造物とタンクの間には乾燥砂を詰めて、不燃物に囲われた状態で埋設されていることから、火災源に設定しない。
ディーゼル発電機 燃料油貯蔵タンク	×	消防法に基づきコンクリート構造物に収納された地下埋設タンクとなっており、構造物とタンクの間には乾燥砂を詰めて、不燃物に囲われた状態で埋設されていることから、火災源に設定しない。
ディーゼル消火 ポンプ燃料タンク	×	コンクリート造の消火ポンプ室内に設置された小規模タンクであり、漏えいした燃料によって火災が発生しても建屋内火災でとどまることから、火災源に設定しない。

G: 加速度を重力加速度 (9.8m/s^2) で除した無次元数



受熱面が輻射帯の底部と同一平面上に仮定して評価する。

第 3.1.4.4-9 図 外部火災で想定する火炎モデル(出典:評価ガイド)



第 3.1.4.4-10 図 外壁温度評価モデル

(2) 津波随件事象に対する評価

a. 津波随伴火災

(a) 津波随伴外部火災

イ 評価方法

津波により想定される屋外の火災源を設定し、設定した火災源がクリフエッジシナリオで必要な設備へ及ぼす影響について、以下の評価を実施する。

(イ) 津波随伴外部火災として想定する火災源の設定

発電所の敷地及び敷地周辺から想定される火災に対して、津波随伴の観点で外部火災源を設定する。

(ロ) 防護すべき設備等の設定

津波単独の評価の炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策及び SFP 燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオの成立のために必要な設備を防護すべき設備とする。

また、アクセスルートの復旧に必要な資機材及びアクセスルート付近で発生した火災を消火するために必要な資機材についても対象とする。

(ハ) 津波随伴外部火災に対する影響評価

設定された防護すべき設備及びアクセスルートに対する津波随伴外部火災の影響を以下の観点から評価する。

I 屋内に設置された防護すべき設備への影響

屋内に設置された防護すべき設備への影響は、第 3.1.4.4-11 図に示すように津波の遡上波によって火災源が建屋近傍まで漂流し、火災源が建屋外壁を直接加熱した場合を想定し、火災源によって加熱された建屋外壁の健全性を評価することにより確認する。

具体的には、評価対象となる建屋外壁を選定し、当該外壁の上部の構造物の重さ及び火災源によって加熱され発生する荷重（熱膨張による荷重）の反力がコンクリート耐力より下回っていることを確認する。

（I）評価対象となる建屋外壁の選定

防護すべき設備が設置された建屋の屋外に面する外壁のうち最も脆弱な外壁にて火災が発生することを想定する。抽出にあたり、壁厚並びに壁の鉛直方向圧縮応力度及びコンクリート強度を用いて下式より得られる軸力比を整理し、最も脆弱な外壁を選定する。選定においては、熱の影響を受けやすい最小の壁厚、かつ最大の軸力比を有する外壁を選定する。

$$\text{軸力比} = \frac{\text{鉛直方向圧縮応力度 } \sigma_v (\text{N/mm}^2)}{\text{コンクリート強度 } F_c (\text{N/mm}^2)}$$

（II）火災影響評価

（I）により選定された建屋外壁が設定した火災源に内包される油が着火した際に発生する火炎の温度を包絡できる温度（1,200℃）の火炎によって直接加熱されることを想定し、火炎にさらされた外壁の温度分布、並びに、当該外壁の上部の構造物の重さ及び火災源によって加熱され発生する荷重（熱膨張による荷重）の反力の経時変化を有限要素法（以下「FEM」という。）解析を用いて確認する。解析コードは汎用

コード ABAQUS であり、材料(コンクリート及び鉄筋)の物性(密度、比熱、熱伝導率、ヤング率)の温度依存性を考慮する。

FEM 解析に用いたモデルを第 3.1.4.4-12 図に示し、評価条件を第 3.1.4.4-26 表に示す。解析モデルは、第 3.1.4.4-12 図の中央に示す積層シェル要素を用いており、積層シェル要素では複合材を考慮することが可能であり、層(レイヤー)ごとに材料特性が変えられることから、鉄筋の位置のレイヤーは鉄筋の材料物性を与え、コンクリートの位置のレイヤーにはコンクリートの材料物性を与える。

レイヤーのモデルを第 3.1.4.4-12 図の右図に示す。レイヤーの境界条件としては、外壁の下端は固定とし、上端は鉛直方向下向きにのみ変形するとしており、すなわち、圧縮剛性を無限大とし、引張剛性を無限小とした。外壁の節点反力は、外壁の熱膨張による応力を拘束することで、鉛直方向下向きに作用する圧縮力及び外壁の上部の構造物の重さを合算することで導き出す。

この解析モデルを使い、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 時間の計 6 ケースの燃焼継続時間での外壁の温度分布及び節点反力の経時変化を求め、外壁の厚さ方向の温度分布が均一となる 96 時間後まで反力が維持されていることを確認することにより外壁の健全性が維持されることを確認する。

なお、外壁の健全性が維持できない場合、反力はゼロとなる。

II 屋外に設置された防護すべき設備への影響

火災源と屋外設備との離隔距離等の配置情報を確認することにより、影響を確認する。

Ⅲ アクセスルートへの影響

火災源とアクセスルートの復旧・消火に必要な資機材との離隔距離等の配置情報を確認することにより、影響を確認する。

ロ 評価結果

(イ) 津波随伴外部火災として想定する火災源の設定結果

発電所の敷地内及び敷地周辺から想定される火災には、「(1) b. (b) 地震随伴外部火災」と同様に森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発（発電所敷地内の危険物タンクの火災を含む。）、航空機墜落による火災、発電所港湾内に入港する船舶の火災及び津波の遡上波によって漂流する発電所敷地内の車両等や航行不能となった小型船舶による火災がある。

森林火災及び近隣の産業施設の火災・爆発のうち発電所敷地外の石油コンビナート等の火災・爆発は、「(1) b. (b) 地震随伴外部火災」と同様に火災源に考慮する必要はなく、航空機墜落による火災についても、津波起因で発生しない。また、発電所港湾内に入港する船舶の火災は、発電所港湾内に入港する燃料等輸送船が想定されるが、津波警報等発表時には、燃料搬送を停止し、緊急退避（離岸）をする運用としていることから、津波による影響を受けないため、火災源に考慮しない。また、遡上波によって漂流する発電所敷地内の車両等や航行不能となった小型船舶による火災は、その保有する燃料油は発電所構内の屋外に存在する危険物タンクに比べ少量であり、燃料が漏えいしたとしても影響は極めて小さいと考えられることから、火災源に考慮しない。

このため、発電所構内の屋外に存在する危険物タンクについて、津波起因による火災発生の可能性を検討した。検討内容を第 3.1.4.4-27 表に示

す。その結果、津波随伴外部火災で想定する火災源を以下のとおり設定した。

- ・補助ボイラ燃料タンク
- ・油計量タンク
- ・大容量空冷式発電機用燃料タンク

(ロ) 防護すべき設備等の選定結果

「3.1.4.2 評価結果」を踏まえ、クリフエッジシナリオに必要な設備等を抽出した。抽出結果を参考資料Ⅰ及び参考資料Ⅱに示す。

(ハ) 津波随伴外部火災に対する影響評価結果

Ⅰ 津波単独の評価における遡上解析結果の確認

「3.1.4.2 評価結果」の津波単独の評価結果であるクリフエッジシナリオでの津波高さ(EL.+15m)を踏まえた遡上解析の結果より、原子炉補助建屋付近の遡上波高さは、最大で約 EL.+13.5m であり、想定される漂流物の大きさは 50cm 以下のものに限定されている。また、建屋が遡上波により浸水している時間は、約 2 時間程度であることを確認した。

Ⅱ 屋内に設置された防護すべき設備への影響

(Ⅰ) 評価対象となる建屋外壁の選定

防護すべき設備が設置された建屋のうち屋外に面する外壁を抽出し、抽出した外壁の壁厚並びに壁の鉛直方向圧縮応力度及びコンクリート強度より得られる軸力比により評価対象となる建屋外壁を以下のとおり選定した。

建屋 : A/B、I/B、C/B

壁厚 : 0.8m

軸力比 : 0.0155

(Ⅱ) 災影響評価結果

(Ⅰ)にて抽出した建屋外壁における燃焼継続時間 3 時間での温度分布の経時変化を第 3.1.4.4-13 図に、節点反力経時変化を第 3.1.4.4-14 図に示す。評価の結果、第 3.1.4.4-14 図に示すように、外壁の節点反力が最大となる燃焼継続時間 3 時間の場合であっても、節点反力が 96 時間経過後まで維持されていることを確認した。

Ⅲ 屋外に設置された防護すべき設備への影響評価結果

I 項でのクリフエッジシナリオでの津波高さ(EL.+15m)における遡上解析の結果を踏まえた上で、屋外に設置された防護すべき設備の配置情報を確認した。

屋外に設置された防護すべき設備の配置情報を参考資料 I に示す。屋外に設置された防護すべき設備の保管場所の敷地高さが遡上波に比べて十分に高いことから、漂流した火災源の影響を受けないことを確認した。

Ⅳ アクセスルートへの影響評価結果

I 項でのクリフエッジシナリオでの津波高さ(EL.+15m)における遡上解析の結果を踏まえた上で、アクセスルートへの影響を確認した。

I 項での遡上解析の結果では、建屋周辺の EL.+13m 付近では約 50cm の津波が到達し、消火活動に必要な設備である化学消防車及び小型動力ポンプ付水槽車は EL.+13m に配置していることから、水没してしまうことが想定される。しかし、移動式大容量ポンプ車及び放水砲は、参考資料 I で示す配置図のとおり、津波遡上高さに比べて十分に高い、緊急用保管エリア（敷地高さ EL.+33m）に保管されており、遡上波の水位低下後は、消火活動が可能であることを確認した。

第 3.1.4.4-26 表 火災影響評価の主な評価条件

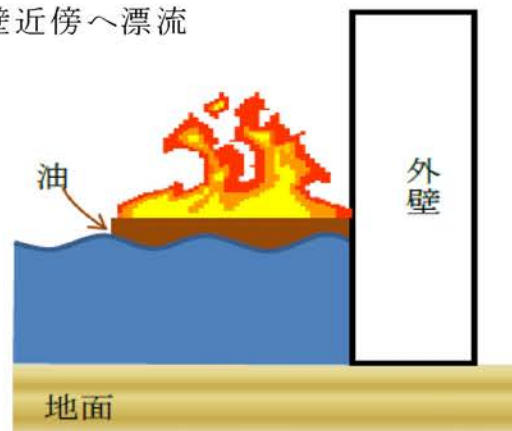
項目		単位	評価条件
火災源		—	・ 補助ボイラ燃料タンク ・ 油計量タンク ・ 大容量空冷式発電機用燃料タンク
加熱条件	外壁表面 初期温度	℃	50 (3.1.4.4(1) b.(b) 地震随伴外部火災と同条件)
	火炎温度	℃	1,200※ (燃焼継続時間まで一定)
評価条件		—	・ 津波の遡上波によって火災源が建屋近傍まで漂流し、火災源が建屋外壁を直接加熱した場合を想定する。 ・ 火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、建屋外壁の加熱側壁面は 1,200℃一定で加熱されるものとする。 ・ 外壁の表面から大気への放熱は考慮しないこととする。 ・ 燃焼継続時間 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 時間の計 6 ケースを評価する。 ・ 燃焼継続時間以降は加熱側壁面を断熱条件とする。 ・ 火災発生から 96 時間経過後まで外壁の節点反力の経時変化を評価し、96 時間後まで維持されていることを確認する。
モデル及び境界条件		—	・ 外壁の一部を切り出した梁状のモデルとし、厚さ方向に鉄筋位置を考慮できる積層シェルでモデル化する。 ・ 積層シェル要素はシェル要素に壁厚方向のレイヤーを多層構造で持たせたもので鉄筋位置には鉄筋の物性を持つレイヤーを、その他のレイヤーにはコンクリートの物性を持つレイヤーを重ねている。 ・ 外壁の下端は固定とし、上端は鉛直方向下向きにのみ変形する。(圧縮剛性を無限大とし、引張剛性を無限小とする。)

※設定した火災源に内包される油が着火した際に発生する火炎の温度を包絡できる温度

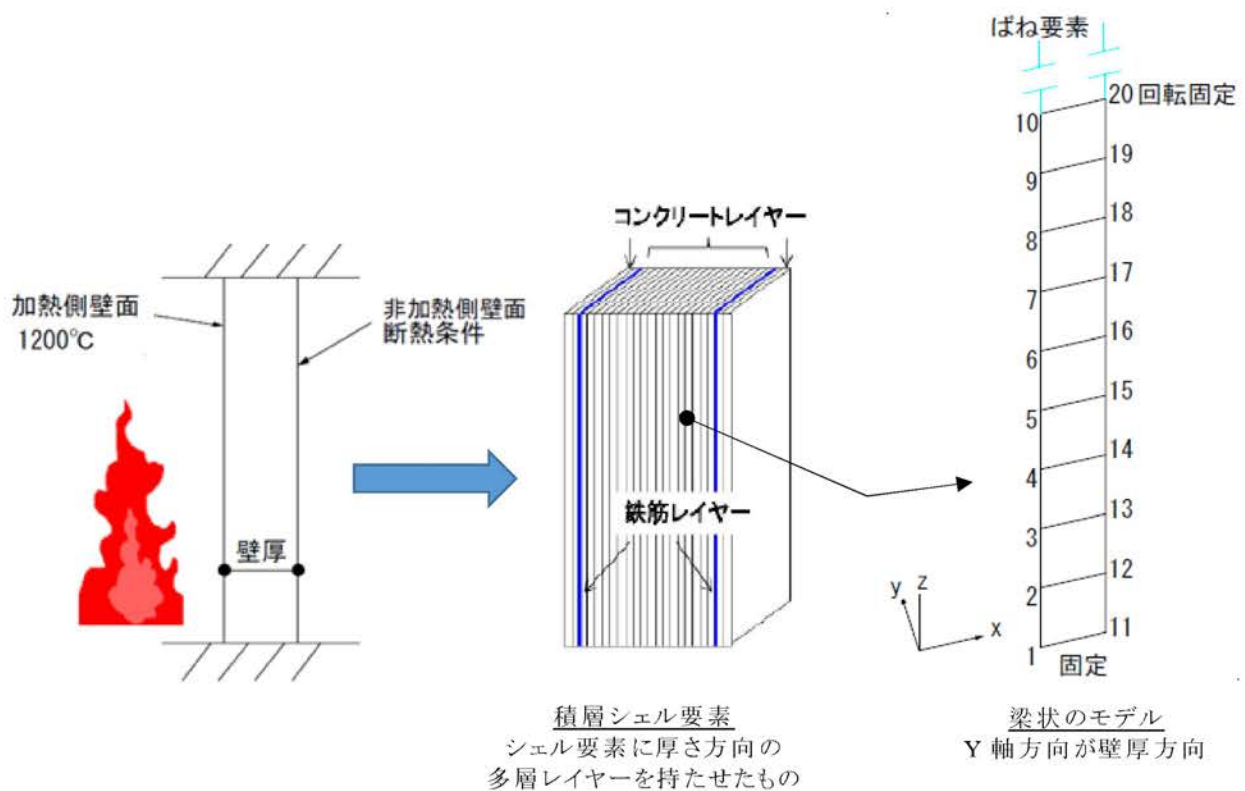
第 3.1.4.4-27 表 発電所敷地内の危険物タンクに対する津波による火災源の検討

発電所敷地内の 危険物タンク	津波による 火災発生 の 想定要否	検討内容
補助ボイラ 燃料タンク	○	津波によりタンクが損傷し、火災が発生することが想定されることから火災源として設定する。
油計量タンク	○	津波によりタンクが損傷し、火災が発生することが想定されることから火災源として設定する。
大容量空冷式発 電機用燃料タンク	○	津波によりタンクが損傷し、火災が発生することが想定されることから火災源として設定する。
ディーゼル発電機 燃料油貯油そう	×	消防法に基づきコンクリート構造物に収納された地下埋設タンクとなっており、構造物とタンクの間には乾燥砂を詰めて、不燃物に囲われた状態で埋設されており、津波により火災は発生しないため、火災源に設定しない。
ディーゼル発電機 燃料油貯蔵タンク	×	消防法に基づきコンクリート構造物に収納された地下埋設タンクとなっており、構造物とタンクの間には乾燥砂を詰めて、不燃物に囲われた状態で埋設されており、津波により火災は発生しないため、火災源に設定しない。
ディーゼル消火 ポンプ燃料タンク	×	コンクリート造の消火ポンプ室内に設置された小規模タンクであり、漏えいした燃料によって火災が発生しても建屋内火災でとどまることから、火災源に設定しない。

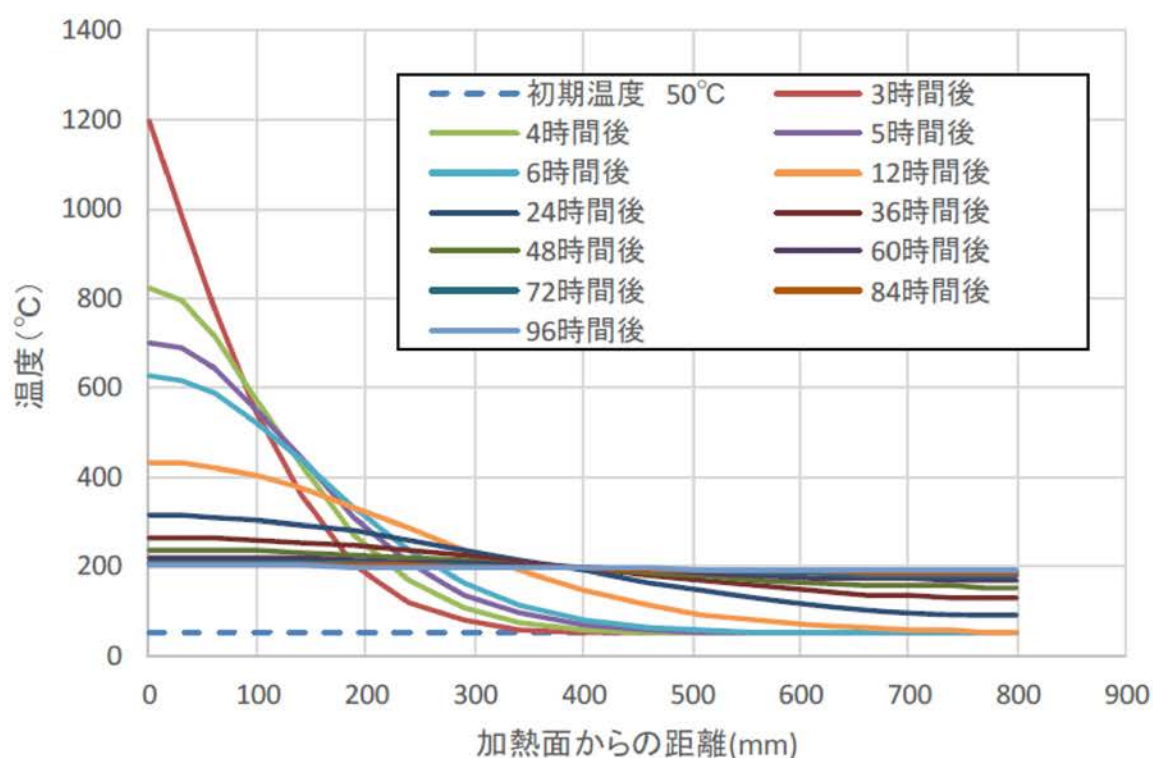
火災源が
建屋外壁近傍へ漂流



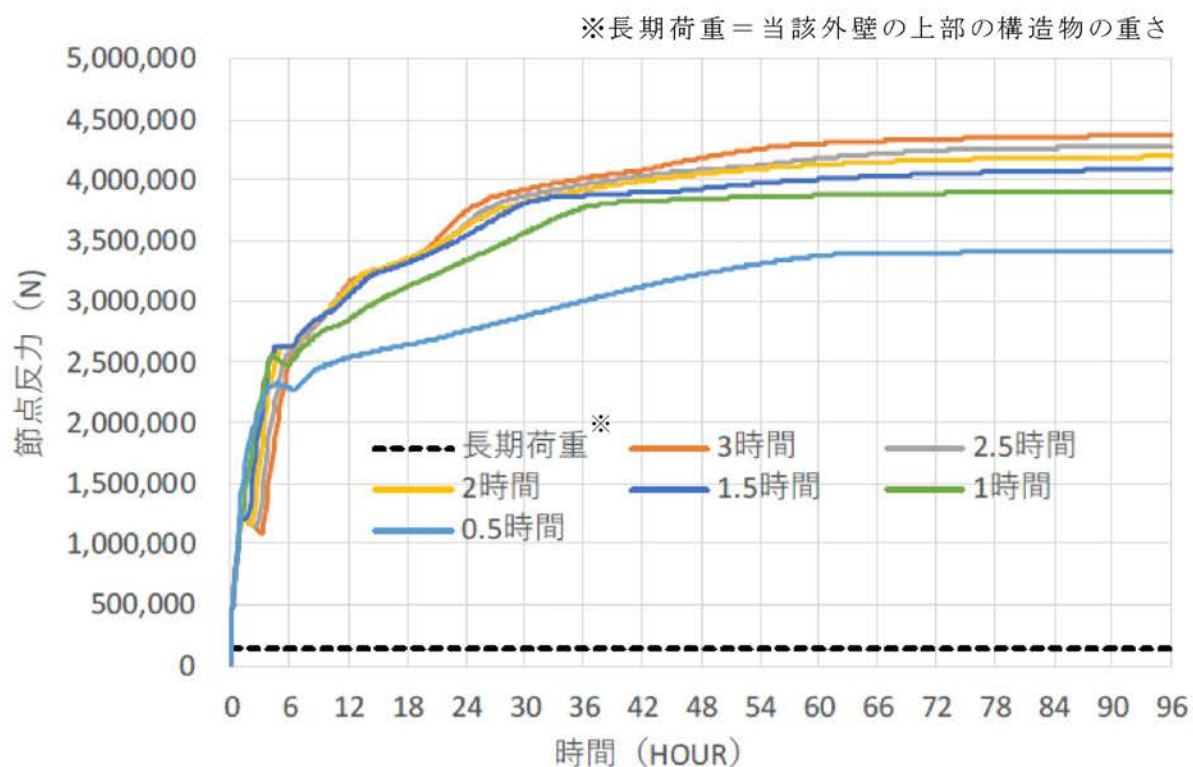
第 3.1.4.4-11 図 遡上波により移動する火災源イメージ



第 3.1.4.4-12 図 計算モデル(境界条件及び温度条件)



第 3.1.4.4-13 図 評価対象外壁における温度分布 (燃焼継続 3 時間)



第 3.1.4.4-14 図 FEM 解析による火災影響評価結果 (節点反力経時変化)

3.1.4.5 その他の自然現象に対する評価

地震・津波以外の外的事象に対する安全裕度評価は、第 2 回 安全性向上評価届出書(平成 31 年 3 月 28 日付け現発本第 326 号)(以下「第 2 回届出書」という。)にて実施しており、更に第 3 回 安全性向上評価届出書(令和 2 年 7 月 22 日付け現発本第 103 号)において、火山(降灰)に対する火山灰シミュレーションを用いた評価を実施している。

今回は、特重施設運開を受け、特重施設を含む発電所に対する影響確認を実施した。あわせて、最新気象データ等による年超過確率 10^{-6} 相当のハザード値を更新し、影響評価を実施した。

(1) 評価方法

その他の自然現象に対する安全裕度評価の実施にあたり 2018 年度に実施した欧州への訪問調査を踏まえ、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手法により評価を実施する。具体的には、設計基準事故及び重大事故の設計で想定されている事象より大きい規模、かつ極めて可能性の低い事象として、年超過確率 10^{-6} 相当のハザードの発電所に対する影響を評価する。なお、年超過確率 10^{-6} 相当のハザードを算出できない事象については、定性的に評価する。

(2) 評価事象の検討及び評価方法の分類

その他の自然現象に対する評価にて検討する事象の選定においては、IAEA SSG-25 の「安全因子 7: ハザード解析」で示されているプラントの安全性に影響を与える可能性がある代表的な外部ハザードを基に選定を行った。

また、自然現象に係る外部ハザードについて網羅的に抽出するため、国外の基準として「Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants (IAEA, April 2010)」に加え、国内の自然現象を網羅する観点から「日本の自然災害(国会資料編纂会 1998 年)」を参考にした。

その他の自然現象に対する評価にて検討する事象の選定結果を第 3.1.4.5-1 表に示す。

このうち、外部からのミサイル(隕石)については、落下確率が 2.84×10^{-10} / 炉・年であることから評価対象事象とはしない。

a. 年超過確率 10^{-6} 相当のハザード値が算出可能な事象

第 3.1.4.5-1 表に示す事象のうち、年超過確率 10^{-6} 相当のハザードの値が算出できる事象及びその値を、第 3.1.4.5-2 表に示す。これらの事象に対する評価を(3)項に示す。

b. 年超過確率 10^{-6} 相当のハザード値が算出できない事象

以下のように分類し、定性的に評価した。

なお、評価の前提を変える新たな知見は無く、第 2 回届出書の評価結果に影響を及ぼすものは無かったため、b.にて実施した定性的な評価結果について、第 2 回届出書から変更はない。

(a) 敷地の立地や敷地の地理的条件により、発生しても影響が起こり得ない事象

敷地の立地や敷地の地理的条件により、年超過確率 10^{-6} 相当の事象が発生しても発電所への影響が起り得ない事象及びその根拠を第 3.1.4.5-3 表に示す。

(b) 影響が他の事象に包絡される事象

年超過確率 10^{-6} 相当の事象の影響が、本項で評価する他の事象に包絡される事象及びそれを包絡する事象を第 3.1.4.5-4 表に示す。

(c) 予想される影響が運用で対処できる事象

年超過確率 10^{-6} 相当の事象の影響が、既に整備されている運用で対処できる事象及びその根拠を第 3.1.4.5-5 表に示す。

(3) その他の自然現象に対する安全裕度評価

第 3.1.4.5-2 表に示す、年超過確率 10^{-6} 相当のハザード値が算出できる事象に対する安全裕度評価結果を以下に示す。各事象に対して算出したハザード値に対して、設備設計や運用等を確認することで、発電所への影響を評価した。

a. 竜巻を含む強風（台風）

(a) 竜巻を含む強風（台風）に対する設計について

竜巻に対する設計では、過去に発生した竜巻及び竜巻ハザードの年超過確率により、基準竜巻を設定しており、日本で過去に発生した最大の竜巻が藤田スケールで F3 であることから、風速 92m/s を安全側に数字を切り上げて、最大風速 100m/s を設計値として考慮し、以下のとおり対策をしている。

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突荷重を組み合わ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っている。

なお、強風（台風）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が、枕崎特別地域気象観測所での観測記録 62.7m/s（1945 年 9 月 17 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絡される。

イ 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、竜巻から防護すべき施設（以下「竜巻防護施設」という。）が安全機能を損なわないために、以下の対策を行っている。

- ・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待避又は固縛を行う。

ロ 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ように、以下の対策を行っている。

- ・竜巻防護施設の外殻となる施設、竜巻防護ネット、防護壁及び水密扉により、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わない設計とする。

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

また、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。

更に、竜巻の発生に伴い、雷の発生も考えられるが、雷は電氣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の安全機能を損なわない設計としている。

(b) 年超過確率 10^{-6} 相当の竜巻の風速

年超過確率 10^{-6} 相当の竜巻の風速は、第 2 回届出書にて発電所への影響評価にて使用した 104.7m/s ※からの更新は無かったため、ハザード値を更新による評価結果の変更はない。よって本届出においては、特重施設における竜巻の影響のみを評価した。

※川内原子力発電所 2 号炉設置変更許可申請書(平成 25 年 7 月 8 日付け発本原第 86 号、平成 26 年 9 月 10 日付け発規規発第 1409102 号にて許可)添付書類六に記載されている竜巻のハザード曲線により算出

(c) 各建屋・設備の健全性評価

イ 施設及び設備(特重施設)

特重施設(建屋)については、竜巻による風圧力等による荷重を考慮しても、機能を損なわないことを確認した。また、特重設備についても、竜巻

に対する損傷の防止が図られた特重施設（建屋）に設置しているため、安全裕度に変更はない。

(d) 発電所への影響の評価

(c)項の評価結果より、年超過確率 10^{-6} 相当の竜巻に対する特重施設を含めた各建屋・設備の健全性に影響はなく、第 2 回届出書と同様に炉心及び SFP 内の使用済燃料の健全性は損なわれないことを確認した。

b. 落雷

(a) 落雷に対する設計について

落雷の規格基準として、（一財）電力中央研究所の研究報告「発電所および地中送電線の耐雷設計ガイド」を参照し、500kV 送変電所の最大想定雷撃電流推奨値である 150kA を設計雷撃電流とし、以下のとおり対策している。

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産業規格（JIS）に従った避雷設備を設置するとともに、構内接地網と接続することにより、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。更に、安全保護回路への雷サージ抑制を図る回路設計とすることにより、安全施設の安全機能を損なわない設計としている。

(b) 年超過確率 10^{-6} 相当の雷撃電流

川内原子力発電所の立地県である鹿児島県（本島及び甕島）全体を含むエリアで収集された雷位置標定システムによる 2012 年 7 月～2022 年 6

月の観測結果を基に、累積頻度分布から年超過確率 10^{-6} 年の値を設定した。

- ① 2012 年 7 月～2022 年 6 月における発電所立地県である鹿児島県本島及び薩摩川内市甕島列島を包絡する範囲で発生した落雷データを基に累積頻度分布曲線を作成する。
- ② 川内原子力発電所 1 号機及び 2 号機の原子炉格納容器等を含む評価範囲を設定し、当該範囲に 10^6 年に1度雷撃が落ちる確率を算出する。
- ③ ②で求めた確率に相当する電流値を①の累積頻度分布曲線から読み取る。

この結果、年超過確率 10^{-6} に相当する最大雷撃電流は 369kA となる。第 2 回届出書の年超過確率 10^{-6} に相当する最大雷撃電流 340kA と比較して大きい電流値となるため、この雷撃電流に対する設備の損傷の有無を確認し、特重施設を含む発電所への影響を評価する。

(c) 各設備の影響評価の前提条件

落雷により影響をう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。また直撃雷の最大雷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おり、年超過確率 10^{-6} に相当する最大雷撃電流及び雷撃位置、その落雷により各設備に発生する雷サージ電圧を算出し、各設備の耐力との比較を行うことはせず、以下の前提条件のもと評価を行う。

イ 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。

ロ 誘導雷サージによる設備損傷

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)からの誘導雷サージが、それに接続される設備に流れ、当該回路の機能喪失に至ると想定する。誘導雷サージによる機能喪失範囲は、屋外ケーブルで常時接続されている屋外機器並びに建屋内機器の接続部位までが持つ機能が喪失することとする。

なお、建屋内機器の接続部位がしゃ断器等で開放又は引き出し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。

ハ 誘導雷サージによる誤信号の発信

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、機器の誤動作が起こったとしても、落雷による瞬間的な誤信号であれば、運転員及び特重施設要員による適切な操作がなされることから、影響はないとする。

ニ 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ケージになっており、建屋内部の過渡電位分布が平坦されることか

ら、影響はないとする。特重設備については、落雷に対する損傷の防止が図られた特重施設（建屋及びトレンチ内等）に設置しているため影響はないとする。

ホ 屋外にある可搬型重大事故等対処設備

屋外にある可搬型重大事故等対処設備については、原子炉建屋、海水ポンプエリアから離隔をとり、それらと同時に影響を受けない場所に分散して配備しているとともに、可搬型重大事故等対処設備同士の距離を十分に離して複数箇所に分散して保管していることから、落雷により、同時に全ての設備が機能喪失することはないと評価する。

以上の前提条件のイメージ図を第 3.1.4.5-1 図に示す。

(d) 健全性評価

イ 炉心（出力運転中）の健全性評価

(イ) 炉心冷却成功シナリオの成立性評価

送電線は架空地線で直撃雷の確率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から受電可能なため、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、防護壁及び竜巻防護ネットで構成される耐雷サージ性の高いファラデーケージ内に設置されており、直撃雷により機能喪失することはないと考えられる。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解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が喪失することとし、「原子炉補機冷却機能喪失」の発生を想定する。

これらのことから、「外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失」を起因事象とするイベントツリーの成功シナリオが成立するか評価する。このイベントツリーを第 3.1.4.5-2 図に示す。

また、「外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失」を起因事象とするシナリオに必要な屋外設置の影響緩和機器、それらの耐雷評価結果及び判断根拠を参考資料 I-3 に示す。

成功シナリオに必要な影響緩和機器のうち、屋内設備との常時接続のある屋外設備である復水タンク元弁、復水タンク水位計が機能喪失することで、「補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）」及び「主蒸気逃がし弁による熱放出（手動・現場）」の操作に失敗し、炉心冷却は成功しない。

なお、第 2 回届出時には、大容量空冷式発電機本体の機能喪失により、「大容量空冷式発電機による給電」の操作に失敗し、炉心冷却は成功しないと評価していた。しかし、大容量空冷式発電機本体が機能喪失した場合においても代替交流電源（特重）が起動することで、炉心冷却は成功する。

(ロ) 炉心冷却を成功させるための代替措置

収束シナリオに必要な影響緩和機器のうち、屋内設備と常時接続のある屋外設備である復水タンク元弁、復水タンク水位計が機能喪失するが、以下のとおり代替手段を検討した。

復水タンク元弁が機能喪失することで、「補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）」操作時の復水タンク元弁の遠隔操作不能及び制御信号発信不能に伴うタービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁の遠隔操作不

能となるが、運転員が手動操作により系統構成することで、補助給水による蒸気発生器への給水（タービン動）を行うことができる。

復水タンク水位計が機能喪失することで、「主蒸気逃がし弁による熱放出（手動・現場）」操作時の復水タンクの保有水の枯渇有無の監視及び復水タンクへの海水給水が失敗することになるが、復水タンク水位計の機能喪失に対しては、代替パラメータ計器による復水タンク水位の監視が運転基準等に既に整備されており、補助給水流量計及びタービン動補助給水ポンプ入口圧力計を使用すること並びに復水タンク現場水位計又は仮設ホース水位計の直接監視で、復水タンクの保有水の枯渇有無の監視を行うことができ、主蒸気逃がし弁による熱放出（手動・現場）は可能である。

以上のことから、年超過確率 10^{-6} 相当の雷撃電流により、変圧器・送電線等の機能喪失から「外部電源喪失」、「原子炉補機冷却機能の全喪失」に加え、炉心冷却成功シナリオに必要な影響緩和機器である復水タンク元弁、復水タンク水位計が機能喪失するが、それぞれ代替手段を講じることでより炉心燃料の重大な損傷に至る進展に対する対応が可能である。

ロ 炉心（停止中）の健全性評価

（イ）炉心冷却成功シナリオの成立性評価

イ項と同様に、「外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失」を起因事象とするイベントツリーの成功パスが成立するか評価する。このイベントツリーを第 3.1.4.5-3 図に示す。

また、「外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失」を起因事象とするシナリオに必要な屋外設置の影響緩和機器、それらの耐雷評価結果及び判断根拠を参考資料 I-3 に示す。

成功シナリオに必要な影響緩和機器のうち、屋内設備との常時接続のある屋外設備である燃料取替用水タンク水位計が機能喪失することで、「低圧注入による再循環炉心冷却」の操作に失敗し、炉心冷却は成功しない。

なお、第 2 回届出時には、大容量空冷式発電機本体の機能喪失により、「大容量空冷式発電機による給電」の操作に失敗し、炉心冷却は成功しないと評価していた。しかし、大容量空冷式発電機本体が機能喪失した場合においても代替交流電源（特重）が起動することで、炉心冷却は成功する。

（ロ） 炉心冷却を成功させるための代替措置

収束シナリオに必要な影響緩和機器のうち、屋内設備と常時接続のある屋外設備である燃料取替用水タンク水位計が機能喪失するが、以下のとおり代替手段を検討した。

代替パラメータ計器による燃料取替用水タンク水位の監視が運転基準等に既に整備されており、SA 用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量計等並びに格納容器再循環サンプ広域水位計を使用することで、燃料取替用水タンクの水位確認が可能である。

以上のことから、年超過確率 10^{-6} 相当の雷撃電流により、変圧器・送電線等の機能喪失から「外部電源喪失」、「原子炉補機冷却機能の全喪失」に加え、炉心冷却成功シナリオに必要な影響緩和機器である燃料取替用水タンク水位計が機能喪失するが、代替手段を講じることにより炉心燃料の重大な損傷に至る進展に対する対応が可能である。

ハ SFP 内の使用済燃料の健全性評価

（イ） 使用済燃料冷却成功シナリオの成立性評価

イ項と同様に、外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失を起因事象とするイベントツリーの成功パスが成立するか評価する。このイベントツリーを第 3.1.4.5-4 図に示す。

また、外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失を起因事象とするシナリオに必要な屋外設置の影響緩和機器、それらの耐雷評価結果及び判断根拠を参考資料 I -3 に示す。

年超過確率 10^{-6} 相当の落雷を考慮した場合でも、SFP 補給用水中ポンプによる SFP への海水注水に成功することから、SFP 中の使用済燃料の重大な損傷に至る進展に対する対応が可能である。

ニ 発電所への影響の評価

イ～ハ項のとおり、年超過確率 10^{-6} 相当の落雷を考慮した場合でも、特重施設を含む発電所への影響はないと評価する。

c. 高温

(a) 高温に対する設計について

高温に対する設計では、外気温 33.0℃と設定しており、屋外機器等は、使用温度 40~50℃の性能のものを設置している。

(b) 年超過確率 10^{-6} 相当の高温

九州の気象官署 19 地点における、観測開始年から 2021 年までの日最高気温データを Station Year 法（以下「SY 法」という。）により合併し、合併したデータを基に最適極値分布を求め、これから川内原子力発電所周辺の気象官署 3 地点（鹿児島、阿久根、枕崎）の年超過確率 10^{-6} 相当の日最高気温を求め、これらの内の最大値とした。

気象データを収集した気象官署 19 地点を第 3.1.4.5-6 表に示す。

この結果、年超過確率 10^{-6} に相当する高温は 39.4℃（鹿児島）となる。第 2 回届出書の年超過確率 10^{-6} に相当する高温 39.3℃と比較して大きい気温となるため、この温度に対する設備の損傷の有無を確認し、特重施設を含む発電所への影響を評価する。

(c) 発電所への影響の評価

(a)項のとおり、安全上重要な屋外設備については設計温度内であることから、本届出時のハザード値においてもそれらの機能は維持される。

また、高温の影響により海水温度が上昇し、十分な冷却機能が得られない場合には、海水ポンプ、原子炉補機冷却水冷却器・ポンプの追加起動を行い、それでも満足できない場合は原子炉を停止する運用としているため、発電所への影響はないと評価する。

特重設備については、特重施設（建屋）内に設置していることから、機能は維持される。

d. 低温、凍結

(a) 低温に対する設計について

低温に対する設計では、極値 -6.7°C を下回る -7.0°C と設定しており、屋外機器等で凍結のおそれのあるものについては、ヒートレースや凍結防止保温等にて対策を施すとともに、海水ポンプ潤滑水バックアップライン（所内用水）の凍結防止ブロー等を行なっていることより、安全施設の安全機能を損なわない設計としている。

(b) 年超過確率 10^{-6} 相当の低温

九州の気象官署 19 地点における、観測開始年から 2021 年までの日最低気温データを SY 法により合併し、合併したデータを基に最適極値分布を求め、これから川内原子力発電所周辺の気象官署 3 地点（鹿児島、阿久根、枕崎）の年超過確率 10^{-6} 相当の日最低気温を求め、これらの内の最小値とした。

気象データを収集した気象官署 19 地点を第 3.1.4.5-6 表に示す。

この結果、年超過確率 10^{-6} に相当する低温 -10.5°C （鹿児島）となる。この温度に対する設備の損傷の有無を確認し、発電所への影響を評価する。

なお、第 2 回届出書の年超過確率 10^{-6} に相当する低温は -11.9°C であり、本届出にて更新された年超過確率 10^{-6} 相当の温度より厳しい条件にて施設の健全性を評価しているため、本届出においては特重施設の健全性評価の評価を実施する。

(c) 特重施設への影響の評価

特重設備は特重施設（建屋）内に設置していることから、機能は維持される。

e. 降雪（積雪）

(a) 積雪に対する設計について

建築基準法に基づき、積雪量 30cm 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わない設計としている。

なお、阿久根特別地域気象観測所での観測記録（1939~2000 年）によれば、積雪の深さの月最大値は、38cm（1963 年 1 月 25 日）であることから、積雪量 38cm 時の積雪荷重に対する強度評価も行っている。

(b) 年超過確率 10^{-6} 相当の積雪量

九州の気象官署 19 地点における、観測開始年から 2021 年までの月最深積雪データを SY 法により合併し、合併したデータを基に最適極値分布を求め、これから川内原子力発電所周辺の気象官署 3 地点（鹿児島、阿久根、枕崎）の年超過確率 10^{-6} 相当の月最深積雪を求め、これらの内の最大値とした。

気象データを収集した気象官署 19 地点を第 3.1.4.5-6 表に示す。

この結果、年超過確率 10^{-6} に相当する積雪量は 99.4cm（鹿児島）となる。

第 2 回届出書の年超過確率 10^{-6} に相当する積雪量 64.2m と比較して大きい積雪量となったが、その原因として、川内 2 号届出時に行っていた解析では、全国の気象官署 31 地点における積雪データをもとに年超過確率 10^{-6} 値を求めているが、積雪の傾向が異なる豪雪地帯（東北や北海道）の

影響を考慮し、立地地域の特性に即した評価とするため、今回評価から、気象データ取得範囲を全国から九州に見直している。この見直しにより、九州地方の積雪の特性の影響でデータのバラつきが大きくなったことに加え、年超過確率を算出するためのフィッティング関数が川内 2 号第2回届出時と異なる関数が適用されたことによる影響が考えられる。

このことから、積雪量 99.4cm に対する設備の損傷の有無を確認し、特重施設を含む発電所への影響を評価する。

(c) 各設備の影響評価

降雪（積雪）により、設備等に発生する可能性のある影響について、以下のとおり、損傷、機能喪失を評価した。

イ 「雪の多量吸込み」による空調吸気口、冷却口の閉塞

ディーゼル発電機の吸排気口及び海水ポンプモータ排気口の高さが確保されており雪の多量吸込による閉塞は発生しない。評価結果を第 3.1.4.5-7 表に示す。

特重施設のフィルタベント排気口は、積雪の侵入や閉塞の恐れはない。

ロ 各建屋の積雪荷重に対する評価

安全上重要な建屋は、第 3.1.4.5-8 表のとおり、積雪荷重に対して十分な余裕を有している。

特重施設も同様に、積雪荷重を考慮しても、機能を損なわないことを確認した。

ハ 外部電源（送電鉄塔、送電線）

設計基準を超える降雪（積雪）により、着雪による絶縁不良で、外部電源が喪失することを想定する。

(d) 発電所への影響の評価

(c)項から、年超過確率 10^{-6} 相当の積雪時には、外部電源喪失が起きる可能性があるが、送電鉄塔、送電線以外の建屋・設備については影響がなく、また、当該事象の進展は遅く、公的機関等の情報により、事前の予測が十分可能であり、除雪等を行うことにより、アクセスルート等の確保が可能であることから、外部電源喪失時の手順により原子炉を安全に停止できる。

f. 降雨（流木）

(a) 降雨に対する設計について

枕崎特別地域気象観測所での観測記録（1937～2012 年）によれば、発電所周辺地域における日最大 1 時間降水量の最大値は、127.0mm（2000 年 6 月 25 日）である。

降水に対しては、構内排水施設を設けて海域に排水し、安全上重要な設備が安全機能を損なわない設計としている。

なお、排水施設（雨水排水処理装置）は、観測記録を上回る降水量 160mm/h の排水能力を有しており、日本最大の 1 時間降水量：153mm/h（千葉県香取 1999 年 10 月 27 日、長崎県長浦岳 1982 年 7 月 23 日）を上回る雨水を排水する能力を有しているため、日本最大の降水記録に対しても影響はないと評価する。

(b) 年超過確率 10^{-6} 値に対する影響評価

九州の気象官署 19 地点における、観測開始年から 2021 年までの日最大 1 時間降雨量データを SY 法により合併し、合併したデータを基に最適極値分布を求め、これから川内原子力発電所周辺の気象官署 3 地点（鹿児島、阿久根、枕崎）の年超過確率 10^{-6} 相当の日最大 1 時間降雨量を求め、これらの内の最大値とした。

この結果、年超過確率 10^{-6} に相当する 1 時間降雨量は 251.0mm となる。

第 2 回届出書の年超過確率 10^{-6} に相当する降雨量は 252.0mm であり、本届出にて更新された年超過確率 10^{-6} 相当の降雨量より厳しい条件にて施設の健全性を評価しているため、ハザード値を更新による評価結果の変更はない。よって本届出においては特重施設の健全性評価の評価のみを実施した。

(c) 特重施設に対する影響評価

特重施設の設置前後において、雨水排水流路の変更は無いため、第 2 回届出書と同様に、安全上重要な建屋内に雨水が流入しないと評価できる。

第 3.1.4.5-1 表 その他の自然現象に対する評価にて検討する事象の選定結果

外部ハザード	検討事象
洪水	洪水、河川の迂回
竜巻を含む強風	竜巻、強風、風(台風)、ハリケーン
落雷	落雷
火災	森林火災、草原火災
気象	高温、低温、凍結、氷の蓄積、氷結、氷晶、氷壁、霜・白霜、降雪、積雪、暴風雪、雹、あられ、雪崩、降水、豪雨、降雨、(流木による影響含む)、高湿度、濃霧、もや、渇水、干ばつ、砂嵐(塩を含んだ嵐)、塩害、塩雲、極限的な圧力(気圧高低)
太陽風	太陽フレア、磁気嵐
水理地質学的及び水理学的ハザード	高潮、満潮、海水面高・低、波浪、高波、湖又は河川の水位低下・上昇、静振、地滑り、斜面崩壊、土砂崩れ(山崩れ、がけ崩れ)、土石流、地下水による地滑り、極端な地下水位・地下水による浸食、土壌の収縮又は膨張、泥湧出、陥没・地盤沈下・地割れ、地面の隆起、海岸浸食、カルスト、高温水(海水温高)、低温水(海水温低)、毒性ガス、水蒸気
火山	火山(火山活動、降灰)
生物学的汚染	生物学的事象、動物、水中の有機物
外部からのミサイル	隕石

第 3.1.4.5-2 表 年超過確率 10^{-6} 相当のハザード値

外部ハザード	評価事象	年超過確率 10^{-6} 相当のハザード値		(参考) 設計想定値
		今回	第 2 回届出時	
竜巻を含む強風	竜巻	104.7m/s (風速)	104.7m/s (風速)	100.0m/s (風速)
落雷	落雷	369kA (最大雷撃電流)	340kA (最大雷撃電流)	150kA (最大雷撃電流)
気象	高温	39.4℃ (外気温)	39.3℃ (外気温)	33.0℃ (外気温)
	低温、凍結	-10.5℃ (外気温)	-11.9℃ (外気温)	-7.0℃ (外気温)
	降雪、積雪、暴風雪	99.4cm (積雪量)	64.2cm (積雪量)	30.0cm (積雪量)
	降雨	251.0mm (1 時間降水量)	252.0mm (1 時間降水量)	160.0mm (1 時間降水量)

第 3.1.4.5-3 表 敷地の立地や敷地の地理的条件により、発生しても影響が
起こり得ない事象 (1/2)

外部ハザード	検討事象	根拠
洪水	洪水、河川の迂回、湖又は河川の水位低下・上昇、静振	川内川がある方向の発電所北東から南東にかけては標高 100~200m の丘陵地帯となっており、発生しても影響が起こり得ない。また、発電所に影響を及ぼす湖が存在しない。
水理地質学的及び水理学的ハザード	地滑り、土砂崩れ（山崩れ、がけ崩れ）、土石流、地下水による地滑り	発電所周辺に影響を及ぼすような地滑り、土砂崩れ（山崩れ、がけ崩れ）、土石流の素因となる地形が存在しない。
	極端な地下水位低下	発電所では地下水を利用していない。
	土壌の収縮又は膨張、泥湧出、陥没・地盤沈下、地割れ、地面の隆起、地下水による浸食	発電所及び周辺の地盤に関する地質調査、文献調査より、安全上重要な施設は、十分な支持性能を有する地盤に支持され、周辺地盤の変状による不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響がなく、地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓み影響がないことを確認している。
	海岸浸食	事象進展が遅く、発生しても影響が生じる前に対策を施すため、影響が起こり得ない。
	カルスト	カルスト地形が存在しない。
	毒性ガス、水蒸気	発電所及び周辺の地盤に関する地質調査、文献調査より、発電所及び周辺には、熱水変質鉱物（過去に火山活動による毒性ガスや水蒸気の湧出があったことを示す地層）が存在するが、熱水変質活動の年代は古い（3~4 百万年前）ことを確認している。また、発電所及び周辺において、低周波地震が認められず、熱水活動も認められないことを確認している。
	低温水（海水温低）	低温になった海水が流れ込んできたとしても、冷却器の熱交換機能に影響はない。また、海水温が約 -1.8℃ になると凍り始めるが、海面約 10cm のところで氷が徐々に形成され海中は凍らないため、海水取水機能の閉塞は起こり得ない。

第 3.1.4.5-3 表 敷地の立地や敷地の地理的条件により、発生しても影響が
起こり得ない事象 (2/2)

外部ハザード	検討事象	根拠
気象	雪崩	発電所周辺及び敷地内において、雪崩が発生するような斜面はなく、山との離隔距離が十分に確保されている。
	渇水、干ばつ	みやま池が枯渇し、原水・補給水系に影響を及ぼす場合は停止することとする。なお、原子炉停止に必要な最終的な取水源としては、海水を利用するため、発生しても影響が起こり得ない。
	砂嵐（塩を含んだ嵐）、塩害、塩雲	周囲に大規模な砂地が存在しない。また、碍子に付着することで絶縁機能が損なわれる可能性があるが、事象進展が遅く、十分管理が可能であるため発生しても影響が起こり得ない。
	高湿度、濃霧、もや	屋外設備については、防滴仕様、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、屋内設備については、空調で管理されていることから、発生しても影響が起こり得ない。

第 3.1.4.5-4 表 影響が他の事象に包絡される事象

外部ハザード	検討事象	根拠
水理地質学的及び水理学的ハザード	高潮、満潮、海水面高・低、波浪、高波	津波に包絡される。
気象	氷の蓄積、氷結、氷晶、氷壁、霜、白霜	低温・凍結に包絡される。
	雹・あられ	降雪・積雪に包絡される。また、降雹による衝突は、竜巻（飛来物衝突）に包絡される。
	極限的な圧力（気圧高低）	竜巻に包絡される。

第 3.1.4.5-5 表 予想される影響が運用で対処できる事象

外部ハザード	検討事象	根拠
火災	森林火災、草原火災	発電所における可燃物の量（植生）、気象条件、発火点等について最も厳しい条件を用いて、最大規模の森林火災を考慮している。また、森林火災が拡大するまでには時間的余裕が十分にあり、予め放水する等の必要な安全措置を講じることができる。
火山	火山（火山活動、降灰）	破局的噴火への発展の可能性がある場合は、燃料の移送計画を策定し、燃料を発電所から搬出する運用を整備している。
生物学的汚染	生物学的事象（くらげ）	くらげが原子炉補機冷却系統等に影響を与える場合には、原子炉補機冷却海水系統機能喪失、原子炉補機冷却機能喪失の手順により対応できる。
太陽風	太陽フレア、磁気嵐	太陽フレアに伴う磁気嵐により、南九州変電所～川内原子力発電所特高開閉所間の長距離送電線に地磁気誘導電流が発生し、主変圧器の焼損が発生することで外部電源喪失が生じる可能性があるが、外部電源喪失の手順で対応できる。
高温水（海水温高）	海水温高	海水温度が上昇し、十分な原子炉補機冷却機能が得られない場合には、海水ポンプ、原子炉補機冷却水冷却器・ポンプの追加起動を行う。それでも冷却機能を満足できない場合は原子炉を停止する。

第 3.1.4.5-6 表 気象データを収集した 19 気象官署

都道府県	気象官署
福岡県	福岡、飯塚
佐賀県	佐賀
長崎県	長崎、佐世保、雲仙岳、平戸
熊本県	熊本、牛深、人吉
大分県	大分、日田
宮崎県	宮崎、延岡、都城、油津
鹿児島県	鹿児島、阿久根、枕崎

第 3.1.4.5-7 表 各吸排気口の高さと積雪高さの比較

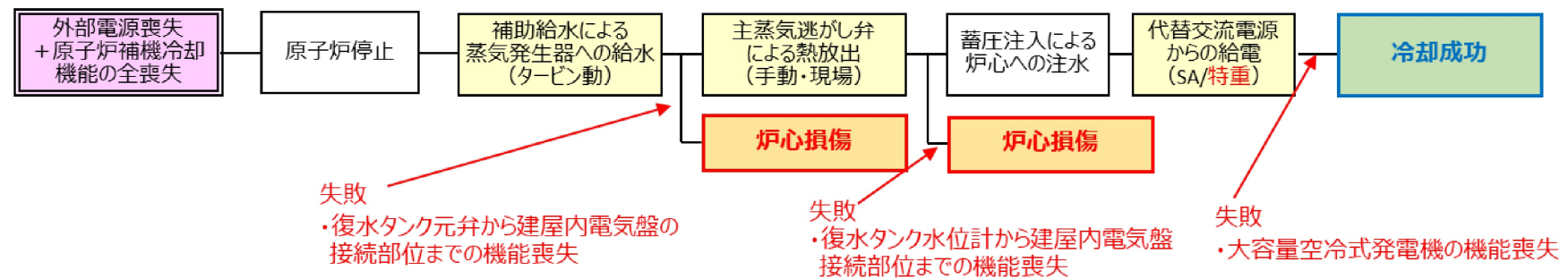
吸排気口	設置面からの 高さ	積雪深さ	結果
ディーゼル発電機の 吸排気口	約 2m	99.4cm	○
海水ポンプモータ 排気口 (モータ下端高さ)	約 2m		

第 3.1.4.5-8 表 各建屋の積雪荷重に対する強度評価結果

建屋	許容積載荷重 [N/m ²]	積雪荷重[N/m ²] 積雪量 99.4cm	結果
原子炉建屋	6,200	1,988	○
原子炉補助建屋	8,100		
燃料取扱建屋	4,400		
ディーゼル建屋	8,100		
主蒸気管室建屋	8,100		

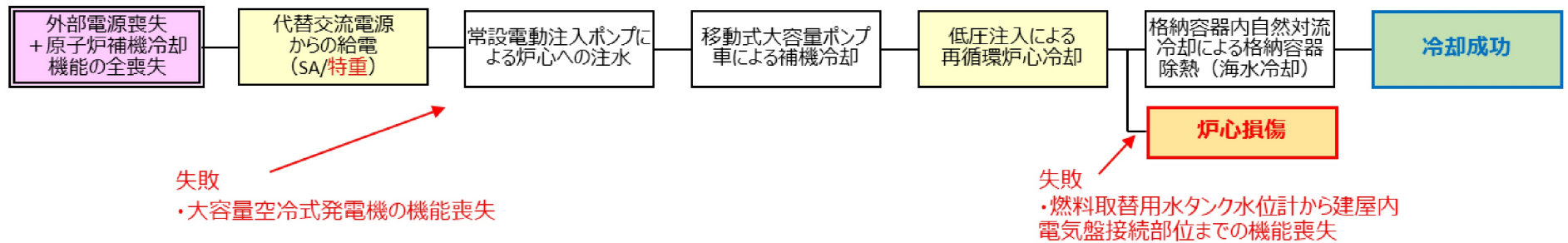
第 3.1.4.5-1 図 落雷による影響のイメージ

起因事象：外部電源喪失＋原子炉補機冷却機能の全喪失



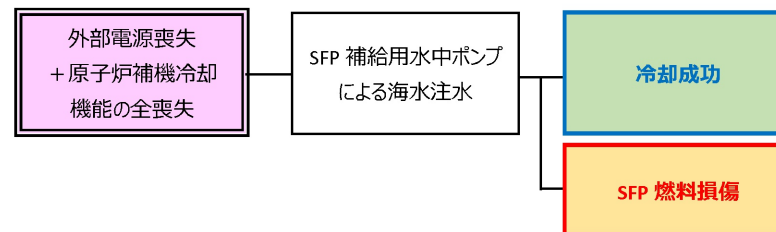
第 3.1.4.5-2 図 落雷評価における評価シナリオ(炉心(出力運転時))

起因事象：外部電源喪失 + 原子炉補機冷却機能の全喪失



第 3.1.4.5-3 図 落雷評価における評価シナリオ (炉心 (停止時))

起因事象：外部電源喪失 + 原子炉補機冷却機能の全喪失



第 3.1.4.5-4 図 落雷評価における評価シナリオ (SFP)

3.1.4.6 号機間相互影響評価

川内原子力発電所においては、2 基の原子炉が設置されている。ここでは、評価対象とする号機（以下「評価対象号機」という。）の地震及び津波の単独号機の評価結果に対して敷地内の他号機（以下「他号機」という。）が及ぼす影響について、号機間の耐性が異なる場合及び号機間の事象進展の過程が異なる場合の相互影響について評価を実施する。

また、炉心損傷防止対策（運転停止時）の評価では、川内 1 号機第 6 回安全性向上評価届出書（令和 5 年 11 月 20 日付け原発本第 163 号）第 3 章「3.1.4.2 地震及び津波に対する評価」（以下「川内 1 号評価結果」という。）及び本届出書第 3 章「3.1.4.2 地震及び津波に対する評価」（以下「2 号評価結果」という。）に示すとおり、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評価を実施しているが、運転停止中では第 3.1.4.6-1 図に示すように様々なプラント状態が想定される。このため、燃料取出前のミッドループ運転中に限らず号機間の相互影響が想定されるプラント状態も考慮する。具体的には、運転停止中における炉心に燃料がない状態では、定検作業により原子炉格納容器機器搬入口や原子炉格納容器エアロック等が開放され、単独の津波評価において考慮されている浸水口に加え、他号機を経由して伝播する津波の影響を考える必要がある。このため、停止中の他号機の開口部からの浸水が評価対象号機へ与える影響についても評価を実施する。

(1) 耐性を考慮した相互影響

評価対象号機に対して他号機の耐性が低い場合、他号機の損傷状態により、敷地内の放射線量が高くなり、緩和操作が制限され、クリフエッジよりも低い耐性で燃料損傷や格納容器機能喪失に至る可能性がある。

そこで、本評価では評価対象号機単独の炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策、使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策のそれぞれのクリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さと、他号機の評価結果を比較し、号機間の耐性の違いが単独号機でのクリフエッジシナリオの緩和操作に対して与える影響を被ばく影響の観点から確認する。

a. 評価方法

耐性を考慮した相互影響の確認について第 3.1.4.6-2 図のフローに従い、以下を実施する。

(a) 評価対象号機と他号機の耐性の相違

号機間の耐性に相違がない場合又は他号機の耐性が高い場合には、評価対象号機より先に他号機が炉心損傷や使用済燃料ピットの燃料損傷に至ることはなく、他号機の損傷により緩和操作が制限されることはないため、号機間の相互影響なしに分類する。（第 3.1.4.6-2 図中の分類①）。

(b) 緩和操作における屋外作業の有無

他号機が評価対象号機より先に損傷し、緩和操作が制限される可能性がある場合でも、評価対象号機におけるクリフエッジシナリオの緩和操作が屋内作業のみであれば、他号機からの放射性物質の放出による被ばくの影響を直接受けることは考え難く、評価対象号機のクリフエッジの値

に影響はないと考えられることから、号機間の相互影響なしに分類する。
(第 3.1.4.6-2 図中の分類②)。

(c) 屋外作業への影響確認

クリフエッジシナリオ成立のために必要な屋外操作への他号機からの放射性物質の放出による被ばくの影響について、放射線防護マスクの着用等の放射線防護措置及びその他の放射線防護に係る運用を基に確認する。(第 3.1.4.6-2 図中の分類③)

b. 耐性を考慮した相互評価の対象となる組合せ

「3.1.4.2 地震及び津波に対する評価」の評価結果におけるクリフエッジシナリオを踏まえ、号機間の耐性が異なる場合の相互影響を確認するためのクリフエッジシナリオを選定し、対象となる組合せを選定する。

(a) 評価を実施するシナリオの選定

川内 1 号機及び川内 2 号機の地震、津波並びに地震及び津波の重畳における以下のイ～ハ項に示すクリフエッジシナリオに対し、号機間の耐力が異なる場合の相互影響にて考慮すべき、評価シナリオを選定する。

なお、川内 1 号機及び川内 2 号機の地震、津波並びに地震及び津波の重畳のクリフエッジシナリオが同様のシナリオとなった場合は、地震及び津波の重畳の評価シナリオにて評価を実施する。

イ 地震

(イ) 出力運転時炉心損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

(ロ) 格納容器機能喪失防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能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である。

(ハ) 使用済燃料ピット燃料損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、外部電源喪失、使用済燃料ピット冷却機能喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

(ニ) 運転停止時炉心損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、燃料取出前のミッドループ運転中に外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

ロ 津波

(イ) 出力運転時炉心損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

(ロ) 格納容器機能喪失防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能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である。

(ハ) 使用済燃料ピット燃料損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、原子炉補機冷却機能喪失及び外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

(ニ) 運転停止時炉心損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、燃料取出前のミッドループ運転中に外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

ハ 地震及び津波の重畳

(イ) 出力運転時炉心損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

(ロ) 格納容器機能喪失防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能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である。

(ハ) 使用済燃料ピット燃料損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、外部電源喪失、原子炉補機冷却機能喪失及び使用済燃料ピット冷却系機能喪失時に非常用所内電源が喪失する事故である。

(ニ) 運転停止時炉心損傷防止対策

川内 1 号機及び川内 2 号機どちらも、クリフエッジとなるシナリオは、燃料取出前のミッドループ運転中に外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

ニ 評価シナリオの選定

イ～ハ項に示したとおり、川内 1 号機と川内 2 号機の地震、津波並びに地震及び津波の重畳において、炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策、使用済燃料ピット燃料損傷防止対策は、同様のクリフエッジシナリオとなる。

したがって、いずれの評価においても、地震及び津波の重畳におけるクリフエッジシナリオを評価シナリオとして選定し、評価を実施する。

(b) 評価対象となる組合せ

(a) 項にて、選定した地震及び津波の重畳のクリフエッジシナリオを対象に、第 3.1.4.6-3 図に示すとおり川内 1 号機及び川内 2 号機の炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策、使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策の全評価の組合せを号機間の耐性が異なる場合の相互影響を確認するための組合せに設定した。

c. 評価結果

(a) 川内 2 号機が川内 1 号機に与える影響評価

川内 2 号機のクリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さが川内 1 号機の評価に与える影響について、「(1) a. 評価方法」に基づき分類した結果を第 3.1.4.6-1 表に示す。表の各列に示した影響を与えるユニットの各評価項目が表の各行に示されている影響を受けるユニットの各評価項目へ与える影響を示す。分類①となった組合せでは、評価対象号機への影響なしと判断されることから、分類③となった使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策について、屋外作業への影響確認結果を以下に示す。

イ 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策における屋外作業

川内 1 号評価結果に示すとおり使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオでは、事象収束のために使用済燃料ピット補給用水中ポンプによる海水注水において屋外作業を実施する。具体的には、以下の屋外作業が必要となる。

- ・アクセスルートの確保
- ・使用済燃料ピット補給用水中ポンプ、取水用水中ポンプによる宮山池又は海水を水源とした給水のための系統構成（使用済燃料ピット補給用水中ポンプ・発電機及び取水用水中ポンプ・発電機の設置、中間受槽の組立、水源から中間受槽及び中間受槽から使用済燃料ピットへのホース布設・接続）及び給水
- ・使用済燃料ピット補給用水中ポンプ用発電機、取水用水中ポンプ用発電機への燃料供給

これらの屋外作業については、川内 1 号機の使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策のクリフエッジ加速度である 1.17G に対し、川内 2 号機の炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）及び格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジ地震加速度が 1.12G であることから、川内 2 号機の方が先に炉心損傷及び格納容器機能喪失を生じることとなる。

しかしながら、放射性物質放出のおそれがある場合は、放射線測定器具（GB 及び APD）及び適切な放射線防護具（全面マスク、高線量対応防護服（タングステン入り）等）を携帯若しくは着用することで被ばくに対して備えることで、川内 1 号機の緩和操作に必要な資機材の準備及び系統構成が可能であり、その後の措置についても、緊急作業時の被ばく線量限度 250mSv を考慮し、適切な人員配置を行うことにより、継続的な緩和措置の実施が可能であると考えられる。

したがって、耐性の違いにより川内 2 号機が川内 1 号機に与える影響はないと評価する。

(b) 川内 1 号機が川内 2 号機に与える影響評価

川内 1 号機のクリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波高さが川内 2 号機の評価に与える影響について、「(1) a. 評価方法」に基づき分類した結果を第 3.1.4.6-2 表に示す。表の各列に示した影響を与えるユニットの各評価項目が表の各行に示されている影響を受けるユニットの各評価項目へ与える影響を示す。分類①となった組合せでは、評価対象号機への影響なしと判断されることから、分類③となった炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策、使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策について、屋外作業への影響確認結果を以下に示す。

イ 出力運転時炉心損傷防止対策における屋外作業

川内 2 号評価結果に示すとおり炉心損傷防止対策（出力運転時）のクリフエッジシナリオでは、タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水、可搬型ディーゼル注入ポンプ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（手動・現場）、中容量空冷式発電機車からの給電において、屋外作業を実施する。具体的には、以下の屋外作業が必要となる。

- ・アクセスルートの確保
- ・復水タンク補給用水中ポンプ、取水用水中ポンプによる宮山池又は海水を水源とした給水のための系統構成（復水タンク補給用水中ポンプ・発電機及び取水用水中ポンプ・発電機の設置、中間受槽の組立、水源から中間受槽及び中間受槽から復水タンクへのホース布設・接続）及び給水
- ・可搬型ディーゼル注入ポンプによる蒸気発生器への給水のための系統構成（可搬型ディーゼル注入ポンプ及び取水用水中ポンプ・発電機の設置、中間受槽の組立、水源から中間受槽及び中間受槽から建屋接続口へのホース布設・接続）及び給水
- ・復水タンク補給用水中ポンプ用発電機への燃料供給
- ・取水用水中ポンプ用発電機への燃料供給
- ・可搬型ディーゼル注入ポンプへの燃料供給
- ・中容量空冷式発電機車のケーブル敷設、接続及び給電
- ・中容量空冷式発電機車への燃料供給

これらの屋外作業については、川内 2 号機の炉心損傷防止対策（出力運転時）のクリフエッジ地震加速度である 1.12G に対し、川内 1 号機の炉心損傷防止対策（出力運転時）のクリフエッジ地震加速度が 1.10G であることから、川内 1 号機の方が先に炉心損傷を生じることとなる。

しかしながら、放射性物質放出のおそれがある場合は、放射線測定器具（GB 及び APD）及び適切な放射線防護具（全面マスク、高線量対応防護服（タングステン入り）等）を携帯若しくは着用することで被ばくに対して備えることで、川内 2 号機の緩和操作に必要な資機材の準備及び系統構成が可能であり、その後の措置についても、緊急作業時の被ばく線量限度 250mSv を考慮し、適切な人員配置を行うことにより、継続的な緩和措置の実施が可能であると考えられる。

したがって、耐性の違いにより川内 1 号機が川内 2 号機に与える影響はないと評価する。

ロ 格納容器機能喪失防止対策における屋外作業

川内 2 号評価結果に示すとおりの格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジシナリオでは、事象収束のために格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（海水冷却）のための、屋外作業を実施する。具体的には、以下の屋外作業が必要となる。

- ・アクセスルートの確保
- ・移動式大容量ポンプ車による海水通水のための系統構成（移動式大容量ポンプ車の設置、ホース布設・接続、弁操作）及び海水通水
- ・移動式大容量ポンプ車への燃料供給
- ・中容量空冷式発電機車のケーブル敷設、接続及び給電

- ・中容量空冷式発電機車への燃料供給

これらの屋外作業については、川内 2 号機の格納容器機能喪失防止対策のクリフエッジ地震加速度である 1.12G に対し、川内 1 号機の炉心損傷防止対策（出力運転時）のクリフエッジ地震加速度が 1.10G であることから、川内 1 号機の方が先に炉心損傷を生じることとなる。

しかしながら、放射性物質放出のおそれがある場合は、放射線測定器具（GB 及び APD）及び適切な放射線防護具（全面マスク、高線量対応防護服（タングステン入り）等）を携帯若しくは着用することで被ばくに対して備えることで、川内 2 号機の緩和操作に必要な資機材の準備及び系統構成が可能であり、その後の措置についても、緊急作業時の被ばく線量限度 250mSv を考慮し、適切な人員配置を行うことにより、継続的な緩和措置の実施が可能であると考えられる。

したがって、耐性の違いにより川内 1 号機が川内 2 号機に与える影響はないと評価する。

ハ 運転停止時炉心損傷防止対策における屋外作業

川内 2 号評価結果に示すとおり炉心損傷防止対策（運転停止時）のクリフエッジシナリオでは、事象収束のために中容量空冷式発電機車からの給電、移動式大容量ポンプ車による補機冷却、格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱（海水冷却）において屋外作業を実施する。具体的には、以下の屋外作業が必要となる。

- ・アクセスルートの確保

- ・移動式大容量ポンプ車による海水通水のための系統構成（移動式大容量ポンプ車の設置、ホース布設・接続、弁操作）及び海水通水
- ・移動式大容量ポンプ車への燃料供給
- ・中容量空冷式発電機車のケーブル敷設、接続及び給電
- ・中容量空冷式発電機車への燃料供給

これらの屋外作業については、川内 2 号機の炉心損傷防止対策（運転停止時）のクリフエッジ地震加速度である 1.12G に対し、川内 1 号機の炉心損傷防止対策（出力運転時）のクリフエッジ地震加速度が 1.10G であることから、川内 1 号機の方が先に炉心損傷を生じることとなる。

しかしながら、放射性物質放出のおそれがある場合は、放射線測定器具（GB 及び APD）及び適切な放射線防護具（全面マスク、高線量対応防護服（タングステン入り）等）を携帯若しくは着用することで被ばくに対して備えることで、川内 2 号機の緩和操作に必要な資機材の準備及び系統構成が可能であり、その後の措置についても、緊急作業時の被ばく線量限度 250mSv を考慮し、適切な人員配置を行うことにより、継続的な緩和措置の実施が可能であると考えられる。

したがって、耐性の違いにより川内 1 号機が川内 2 号機に与える影響はないと評価する。

ニ 使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策における屋外作業

川内 2 号評価結果に示すとおり使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策のクリフエッジシナリオでは、事象収束のために使用済燃料ピット補給用水中ポンプによる海水注水において屋外作業を実施する。具体的には、以下の屋外作業が必要となる。

- ・アクセスルートの確保
- ・使用済燃料ピット補給用水中ポンプ、取水用水中ポンプによる宮山池又は海水を水源とした給水のための系統構成（使用済燃料ピット補給用水中ポンプ・発電機及び取水用水中ポンプ・発電機の設置、中間受槽の組立、水源から中間受槽及び中間受槽から使用済燃料ピットへのホース布設・接続）及び給水
- ・使用済燃料ピット補給用水中ポンプ用発電機、取水用水中ポンプ用発電機への燃料供給

これらの屋外作業については、川内 2 号機の使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策のクリフエッジ地震加速度である 1.17G に対し、川内 1 号機の炉心損傷防止対策（出力運転時）のクリフエッジ地震加速度が 1.10G、格納容器機能喪失防止対策及び炉心損傷防止対策（運転停止時）のクリフエッジ地震加速度が 1.12G であることから、川内 1 号機の方が先に炉心損傷及び格納容器機能喪失を生じることとなる。

しかしながら、放射性物質放出のおそれがある場合は、放射線測定器具（GB 及び APD）及び適切な放射線防護具（全面マスク、高線量対応防護服（タングステン入り）等）を携帯若しくは着用することで被ばくに対して備えることで、川内 2 号機の緩和操作に必要な資機材の準備及び系統構成が可能であり、その後の措置についても、緊急作業時の被ばく線量限度 250mSv を考慮し、適切な人員配置を行うことにより、継続的な緩和措置の実施が可能であると考えられる。

したがって、耐性の違いにより川内 1 号機が川内 2 号機に与える影響はないと評価する。

(2) 号機間の事象進展の過程が異なる場合の相互影響

a. 評価方法

評価対象号機に対して他号機の事象進展が異なる場合、他号機の事象進展の過程により、評価対象号機の緩和操作に影響を与える可能性がある。そのため川内 1 号機及び川内 2 号機の事象進展の過程を踏まえ、手順及び組織体制の有効性を評価する。

(a) 評価対象シナリオの整理及び評価項目の設定

川内 1 号評価結果及び川内 2 号評価結果におけるクリフエッジシナリオを踏まえ、号機間の事象進展が異なる場合の相互影響を確認するためのクリフエッジシナリオを選定し、対応する措置の有効性の評価を行う。

対応する措置の有効性を確認するため、川内 1 号評価結果及び川内 2 号評価結果に示すクリフエッジシナリオについて、事象進展に関する評価を実施するクリフエッジシナリオ（以下「評価シナリオ」という。）の選定及び有効性を確認するための評価項目の設定を行う。

イ 評価を実施するシナリオの選定

「(1)b. ニ 評価シナリオの選定」に示したとおり、川内 1 号機及び川内 2 号機の地震、津波並びに地震及び津波の重畳において、炉心損傷防止対策（出力運転時、運転停止時）、格納容器機能喪失防止対策、使用済燃料ピット燃料損傷防止対策は、同様のクリフエッジシナリオとなる。

したがって、「(1) 耐性を考慮した相互影響」と同様に地震及び津波の重畳におけるクリフエッジシナリオを評価シナリオとして選定し、評価を実施する。

ロ 事象進展の過程の違いによる号機間相互影響を確認するための評価
項目の設定

単独号機での事象進展については、それぞれ川内 1 号機第 6 回安全性向上評価届出書(令和 5 年 11 月 20 日付け原発本第 163 号)第 3 章「3.1.4.3 事象進展と時間評価に関する評価」(以下「川内 1 号余裕時間評価」という。)及び本届出書内「3.1.4.3 事象進展と時間評価に関する評価」(以下「川内 2 号余裕時間評価」という。)にて有効であると評価されている。

そのため、本評価では、単独号機の事象進展の評価結果に影響を及ぼす可能性のある以下の観点より、相互影響の有無を確認する。

(イ) 事象を収束させるための緩和操作にあたる体制の評価

クリフエッジに至るような事象が川内 1 号機及び川内 2 号機同時に発生した場合を想定し、各号機のクリフエッジシナリオの緩和操作への影響の有無を確認する。

(ロ) 事故を収束させるために必要な資源に係る評価

クリフエッジシナリオを成立させるために必要となる発電所内の水源、燃料及び電源の資源の確保の観点から、必要水量、燃料消費量及び電源負荷を確認するとともに、川内 1 号機及び川内 2 号機共に 7 日間継続してこれらの資源が供給可能であることを評価する。

なお、手順及び組織体制の有効性の評価において考慮されていない機器についても、使用した場合を想定して、各資源について 7 日間継続して資源の供給が可能であることを確認する。

b. 評価結果

(a) 川内 1 号機出力運転時炉心損傷防止対策＋川内 2 号機出力運転時炉心損傷防止対策

イ 評価シナリオ

川内 1 号機出力運転時炉心損傷防止対策＋川内 2 号機出力運転時炉心損傷防止対策において号機間の相互影響を確認する評価シナリオは、外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

ロ 事象を収束させるための緩和操作にあたる体制の評価結果

川内 1 号余裕時間評価及び川内 2 号余裕時間評価において、必要な要員と作業項目について同時発災を考慮しており、運転員、緊急時対策本部要員、重大事故等対策要員及び特重施設対処要員にて対処可能である。

ハ 事故を収束させるために必要な資源に係る評価結果

川内 1 号余裕時間評価及び川内 2 号余裕時間評価において、号機ごとに必要な水源、燃料及び電源を確保できることを確認しており、7 日間継続して資源の供給が可能である。

(b) 川内 1 号機格納容器機能喪失防止対策＋川内 2 号機格納容器機能喪失防止対策

イ 評価シナリオ

川内 1 号機格納容器機能喪失防止対策＋川内 2 号機格納容器機能喪失防止対策において号機間の相互影響を確認する評価シナリオは、

外部電源喪失及び原子炉補機冷却機能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である。

ロ 事象を収束させるための緩和操作にあたる体制の評価結果

川内 1 号余裕時間評価及び川内 2 号余裕時間評価において、必要な要員と作業項目について同時発災を考慮しており、運転員、緊急時対策本部要員及び重大事故等対策要員にて対処可能である。

ハ 事故を収束させるために必要な資源に係る評価結果

川内 1 号余裕時間評価及び川内 2 号余裕時間評価において、号機ごとに必要な水源、燃料及び電源を確保できることを確認しており、7 日間継続して資源の供給が可能である。

(c) 川内 1 号機使用済燃料ピット燃料損傷防止対策＋川内 2 号機使用済燃料ピット燃料損傷防止対策

イ 評価シナリオ

川内 1 号機使用済燃料ピット燃料損傷防止対策＋川内 2 号機使用済燃料ピット燃料損傷防止対策において号機間の相互影響を確認する評価シナリオは、原子炉補機冷却機能喪失及び外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

ロ 事象を収束させるための緩和操作にあたる体制の評価結果

川内 1 号余裕時間評価及び川内 2 号余裕時間評価において、必要な要員と作業項目について同時発災を考慮しており、運転員、緊急時対策本部要員及び重大事故等対策要員にて対処可能である。

ハ 事故を収束させるために必要な資源に係る評価結果

川内 1 号余裕時間評価及び川内 2 号余裕時間評価において、号機ごとに必要な水源、燃料及び電源を確保できることを確認しており、7 日間継続して資源の供給が可能である。

(d) 川内 1 号機運転停止時炉心損傷防止対策＋川内 2 号機運転停止時炉心損傷防止対策

イ 評価シナリオ

川内 1 号機運転停止時炉心損傷防止対策＋川内 2 号機運転停止時炉心損傷防止対策において号機間の相互影響を確認する評価シナリオは、燃料取出前のミッドループ運転中に原子炉補機冷却機能喪失及び外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失する事故である。

ロ 事象を収束させるための緩和操作にあたる体制の評価結果

川内 1 号余裕時間評価及び川内 2 号余裕時間評価において、必要な要員と作業項目について同時発災を考慮しており、運転員、緊急時対策本部要員、重大事故等対策要員及び特重施設要員にて対処可能である。

ハ 事故を収束させるために必要な資源に係る評価結果

川内 1 号余裕時間評価及び川内 2 号余裕時間評価において、号機ごとに必要な水源、燃料及び電源を確保できることを確認しており、7 日間継続して資源の供給が可能である。

(3) 炉心に燃料がない他号機の開口部からの浸水を考慮した影響評価

運転停止中のユニットでは、定検作業により原子炉格納容器搬入口や原子炉格納容器エアロック等が開放されており、この状態でクリフエッジ津波高さの津波が襲来した場合、原子炉格納容器機器搬入口等から浸水し、他号機を經由して評価対象号機へ影響を及ぼす可能性がある。

しかしながら、津波の襲来が予想される場合には、他号機の原子炉格納容器機器搬入口等の閉止操作を行うことから、号機間を經由して評価対象号機に津波が侵入することがないことを確認した。

第 3.1.4.6.-1 表 号機間相互影響の分類結果(川内 2 号機からの影響)

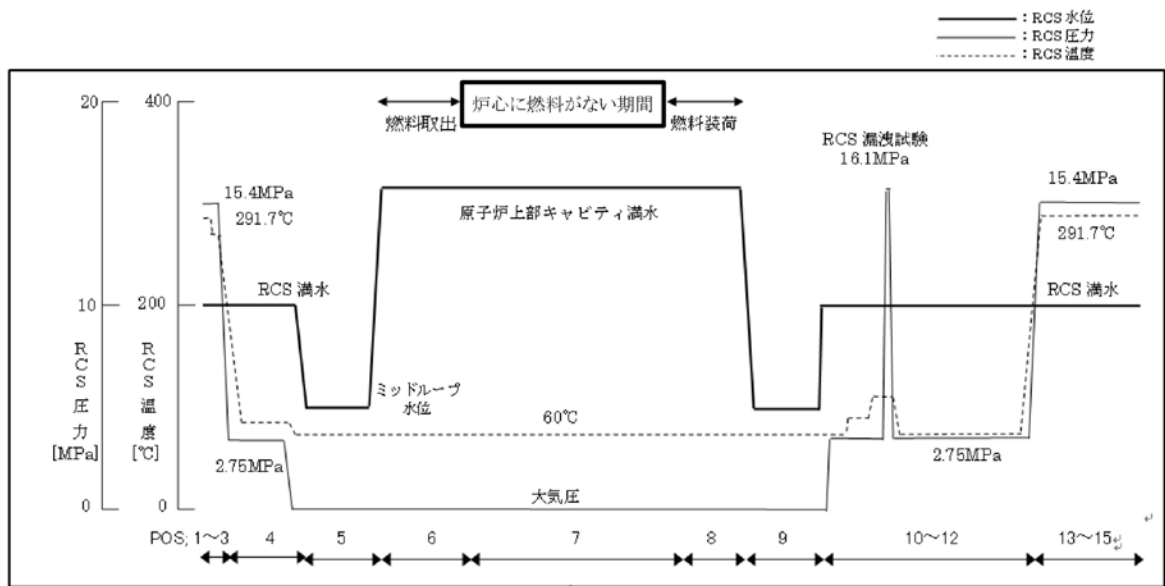
		影響を与えるユニット(他号機)				
影響を受けるユニット (評価対象号機)	川内 2 号機		出力時炉心	停止時炉心	格納容器	使用済燃料 ピット燃料
	川内 1 号機		1.12G 15m	1.12G 15m	1.12G 15m	1.17G 27m
	出力時炉心	1.10G 15m	①	①	①	①
	停止時炉心	1.12G 15m	①	①	①	①
	格納容器	1.12G 15m	①	①	①	①
	使用済燃料 ピット燃料	1.17G 27m	③	③	③	①

- ・分類①：号機間の耐性に相違がない場合又は他号機の耐性が高い場合
- ・分類②：他号機の耐性が低い場合(屋外での緩和操作なし)
- ・分類③：他号機の耐性が低い場合(屋外での緩和操作あり)

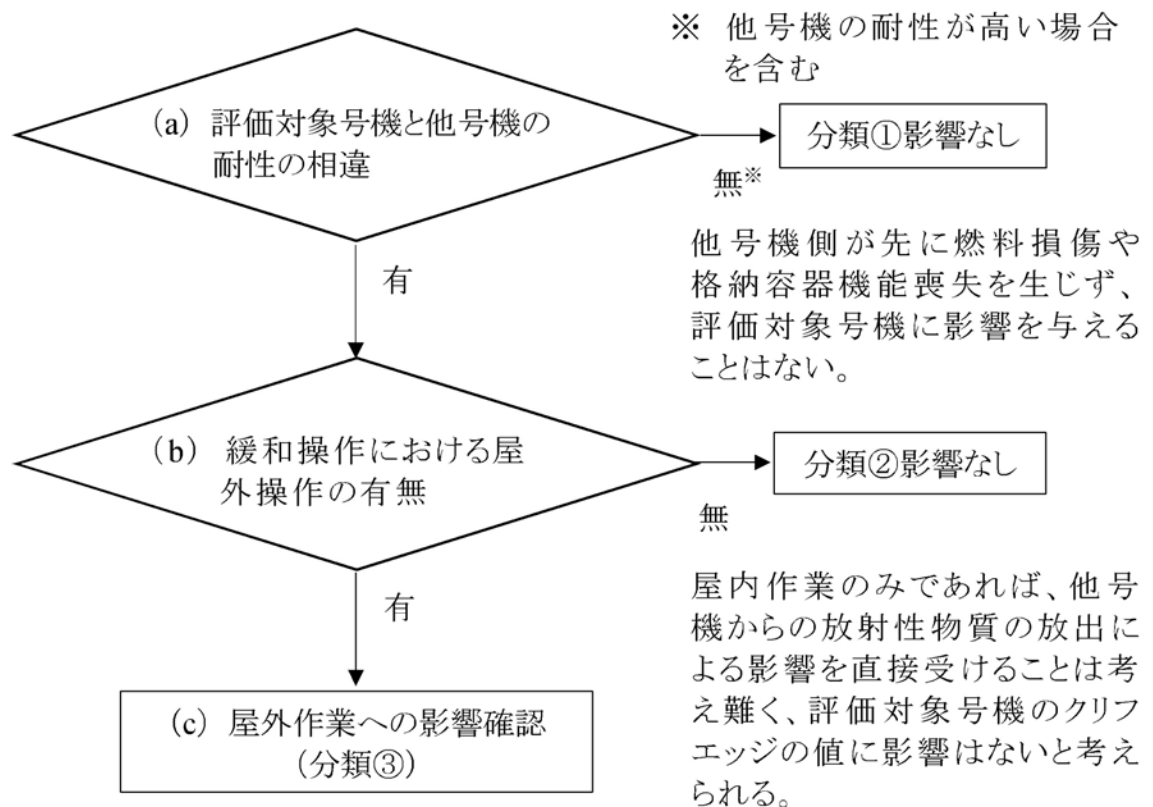
第 3.1.4.6.-2 表 号機間相互影響の分類結果(川内 1 号機からの影響)

		影響を与えるユニット(他号機)				
影響を受けるユニット (評価対象号機)	川内 1 号機		出力時炉心	停止時炉心	格納容器	使用済燃料 ピット燃料
	川内 2 号機		1.10G 15m	1.12G 15m	1.12G 15m	1.17G 27m
	出力時炉心	1.12G 15m	③	①	①	①
	停止時炉心	1.12G 15m	③	①	①	①
	格納容器	1.12G 15m	③	①	①	①
	使用済燃料 ピット燃料	1.17G 27m	③	③	③	①

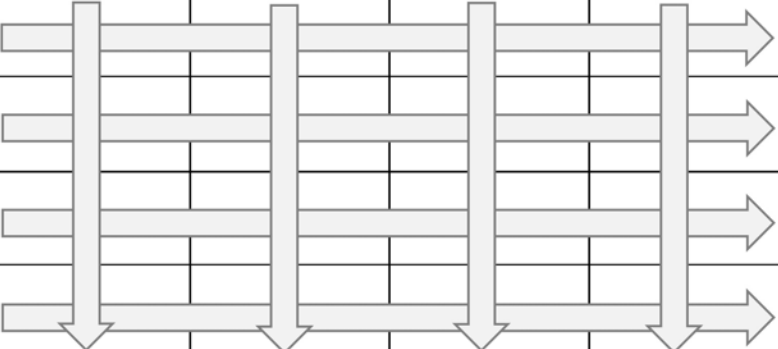
- ・分類①：号機間の耐性に相違がない場合又は他号機の耐性が高い場合
- ・分類②：他号機の耐性が低い場合(屋外での緩和操作なし)
- ・分類③：他号機の耐性が低い場合(屋外での緩和操作あり)



第 3.1.4.6-1 図 運転停止時におけるプラント状態



第 3.1.4.6-2 図 耐性を考慮した相互影響評価のフロー

地震及び津波の重畳			川内 1 号機			
			出力時炉心	停止時炉心	格納容器	使用済燃料 ピット燃料
			1.10G 15m	1.12G 15m	1.12G 15m	1.17G 27m
川 内 2 号 機	出力時炉心	1.12G 15m				
	停止時炉心	1.12G 15m				
	格納容器	1.12G 15m				
	使用済燃料 ピット燃料	1.17G 27m				

第 3.1.4.6-3 図 耐性を考慮した相互影響評価を実施する組合せ

3.1.4.7 安全裕度評価に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) 特重施設の SA 活用を踏まえた安全裕度評価結果の教育

以下を認識することで、重大事故等発生時の事故収束対応のレジリエンス向上に期待できる。

- ・設計基準を超える地震、津波及びその他自然現象が起こった際に予想される特重施設の SA 活用を踏まえたプラント挙動
- ・設計基準を超える地震、津波に伴い発生する随伴事象（溢水、火災）の影響

3.1.4.8 過去に公表している評価との比較

ここでは、これまでの安全裕度評価*と今回との相違について、変更内容を明らかにするとともに変更による影響を示す。

(1) 評価手法の変更による影響

評価事象、評価項目及び評価方法に関して、第 3.1.4.7-1 表に示すとおり、今回の評価はこれまでの安全裕度評価に加え、特重施設を考慮した評価を実施している。

(2) 評価結果の相違による影響

地震及び津波評価の結果に関して、これまでの安全裕度評価と今回との比較を第 3.1.4.7-2 表及び第 3.1.4.7-3 表に示す。

以下、評価結果に関する主な相違点について説明する。

a. 地震評価

炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）及び格納容器機能喪失防止対策は、第 3.1.4.2-3、6、8 図に示すとおり、特重施設を SA 時にも活用することで、クリフエッジ地震加速度の地震発生時の起因事象に対する収束シナリオが多様化された。

クリフエッジ地震加速度は、第 3.1.4.7-2 表のとおり今回の評価結果とこれまでの安全裕度評価結果と相違する。

* 川内原子力発電所第 2 号機第 1 回安全性向上評価届出書（平成 29 年 9 月 25 日付け原発本第 156 号、平成 30 年 3 月 30 日付け原発本 360 号にて一部補正）以降の各届出

この相違は、地震 PRA において電動弁等の fragility 評価の精緻化を行っており、その結果を踏まえてより現実的な耐力で評価したことによるものである。

b. 津波評価

炉心損傷防止対策（出力運転時／運転停止時）及び格納容器機能喪失防止対策は、第 3.1.4.2-17、21、23 図に示すとおり、特重施設を SA 時にも活用することで、クリフエッジ地震加速度の地震発生時の起因事象に対する収束シナリオが多様化された。

クリフエッジ津波高さは、第 3.1.4.7-3 表のとおり今回の評価結果とこれまでの安全裕度評価結果との相違はない。

(3) 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見の反映状況

第 2 章「2.2.2 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見」に示すように評価時点までに収集した最新の知見で安全裕度評価に反映すべき知見は抽出されておらず、また、「(1) 評価手法の変更による影響」及び「(2) 評価結果の相違による影響」に示すように第 2 章「2.2.2 国内外の最新の科学的知見及び技術的知見」において収集・抽出した知見を反映した箇所はない。

第 3.1.4.7-1 表 評価手法に關すると今回届出の比較

項目		今回届出	これまでの安全裕度評価	変更	備考
評価事象		・地震 ・津波 ・地震及び津波の重畳 ・地震及び津波随伴事象 ・その他自然現象	・地震 ・津波 ・地震及び津波の重畳 ・地震及び津波随伴事象 ・その他自然現象	無	—
評価項目		・炉心損傷防止対策 ・格納容器機能喪失防止対策 ・SFP 燃料損傷防止対策 ・事象進展と時間評価に關する評価 ・号機間相互影響評価	・炉心損傷防止対策 ・格納容器機能喪失防止対策 ・SFP 燃料損傷防止対策 ・事象進展と時間評価に關する評価 ・号機間相互影響評価	無	—
評価方法	モデル化の範囲	・重大事故対策を考慮 (特重施設含む。)	・重大事故対策を考慮	有	—
	起因事象の選定	地震 PRA、内部事象 PRA (停止時含む。) 及び津波 PRA より選定	地震 PRA、内部事象 PRA (停止時含む。) 及び津波 PRA より選定	無	—
	地震評価の指標	フラジリティ評価の結果より 95%信頼度の 5%損傷確率時の地震加速度 (HCLPF)	フラジリティ評価の結果より 95%信頼度の 5%損傷確率時の地震加速度 (HCLPF)	無	—
	津波評価の指標	許容津波高さ	許容津波高さ	無	—

第 3.1.4.7-2 表 評価結果に関するこれまでの安全裕度評価と今回届出の比較(地震)

項目	今回届出		これまでの安全裕度評価		相違	相違理由
	クリフエッジ	HCLPF	クリフエッジ	HCLPF		
炉心損傷防止対策	格納容器内機器の損傷	1.12G	自動弁動作機能	1.04G	有	・特重施設の活用 ・フラジリティ評価精緻化
格納容器機能喪失防止対策	格納容器隔離機能	1.12G	PAR の水素処理機能	1.04G	有	・特重施設の活用 ・フラジリティ評価精緻化
SFP 燃料損傷防止対策	SFP 補給用水中ポンプの注水機能	1.17G	SFP 補給用水中ポンプの注水機能	1.17G	無	—
停止時燃料損傷防止対策	移動式大容量ポンプ車による補機冷却機能	1.12G	常設電動注入ポンプによる炉心への注水機能	1.04G	有	・特重施設の活用 ・フラジリティ評価精緻化

第 3.1.4.7-3 表 評価結果に関するこれまでの安全裕度評価と今回届出の比較（津波）

項目	今回届出		これまでの安全裕度評価		相違	相違理由
	クリフエッジ	許容津波高さ	クリフエッジ	許容津波高さ		
炉心損傷防止対策	電気盤からの給電機能（タービン動補助給水による蒸気発生器への給水不能）	15.0m	電気盤からの給電機能（タービン動補助給水による蒸気発生器への給水不能）	15.0m	無	—
格納容器機能喪失防止対策	電気盤からの給電機能（中容量発電機車等からの給電不能）	15.0m	電気盤からの給電機能（中容量発電機車からの給電不能）	15.0m	無	—
使用済燃料ピット燃料損傷防止対策	タンクローリからの給油機能	27.0m	タンクローリからの給油機能	27.0m	無	—
停止時燃料損傷防止対策	電気盤からの給電機能（中容量発電機車等からの給電不能）	15.0m	電気盤からの給電機能（中容量発電機車からの給電不能）	15.0m	無	—