

3.1.4.2.2 津波

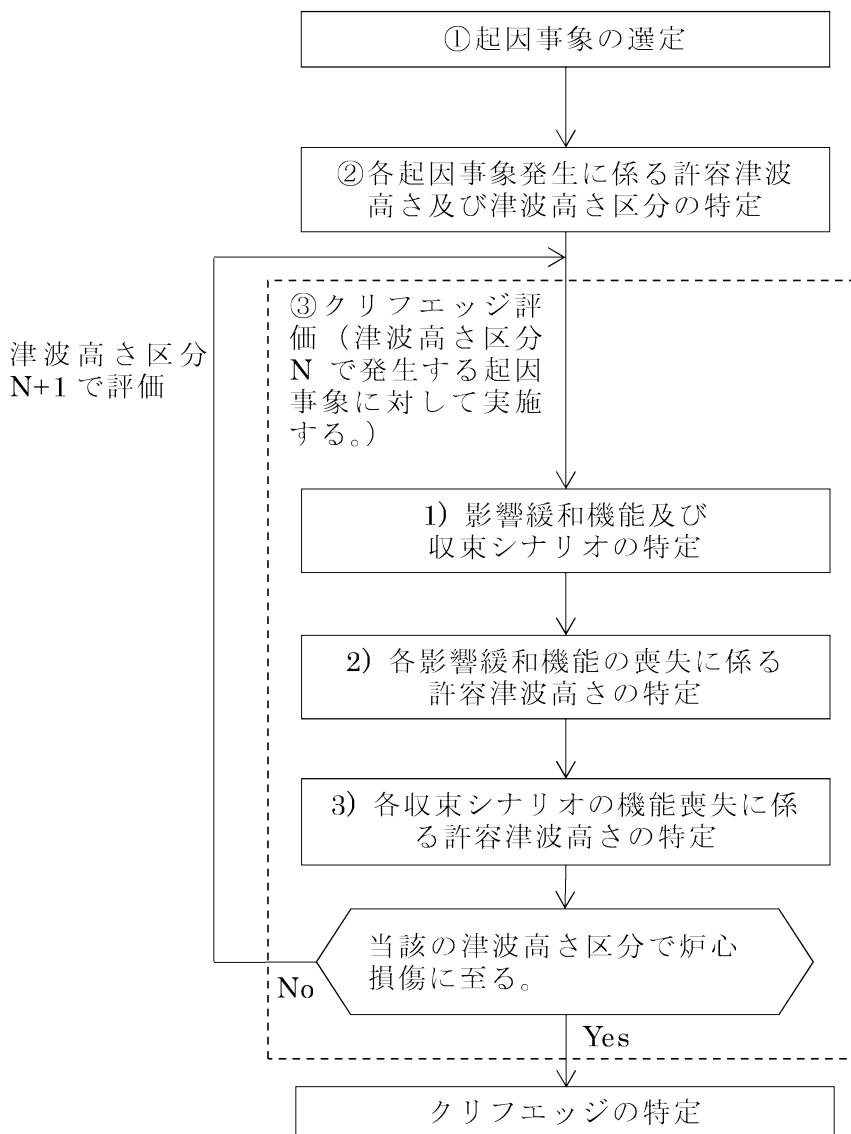
(1) 津波単独の評価

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 クリフェ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（P R A）」に示すレベル1津波P R Aの検討結果を踏まえて選定する。

② 各起因事象発生に係る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（P R A）」に示すレベル1津波P R Aの検討結果を踏まえて特定する。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する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)～3)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)～3)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（P R A）」に示すレベル1津波P R Aの検討結果を踏まえて、影響緩和機能及び収束シナリオを特定する。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る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（P R A）」に示すレベル 1 津波 P R A 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。

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（P R A）」に示すレベル 1 津波 P R A の検討結果を踏まえて、以下の 6 事象を選定した。

- ・過渡事象
- ・主給水流量喪失
- ・外部電源喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・炉心損傷直結（複数の信号系損傷）
- ・C V 機能喪失直結（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

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、2を同表のとおり設定した。

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
一	8m未満	—	—	—	—
区分1	8~15m未満	原子炉補機 冷却機能喪失 (主給水流量喪失) (過渡事象)	防潮堤	8m	—
区分2	15m以上	外部電源喪失 炉心損傷直結 CV機能喪失直結	建屋シール等	15m	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

・津波高さ区分1(8~15m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「原子炉補機冷却機能喪失」、「主給水流量喪失」及び「過渡事象」について、別紙3.1.4.2.2(1)-1のとおり、レベル

1 津波 P R A のイベントツリーを踏まえ、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

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

ここで、「原子炉補機冷却機能喪失」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)-1 に示すとおり「原子炉補機冷却機能喪失」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)-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

「原子炉補機冷却機能喪失」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。

その結果、収束シナリオ①、②共に収束シナリオの機能喪失に係る津波高さが 15m 以上であることから、津波高さ区分 1 (8~15m 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 (15m 以上) に対して以下のとおり評価を行った。

・津波高さ区分 2 (15m 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は「外部電源喪失」、「炉心損傷直結」及び「CV 機能喪失直結」である。これらのうち、「炉心損傷直結」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収束シナリオは作成していない。

「外部電源喪失」は影響緩和機能に期待できるものの、同時に「炉心損傷直結」が発生していることから、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、直接炉心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許容津波高さの特定

1)項のとおり、直接炉心損傷に至ることから、収束シナリオはない。

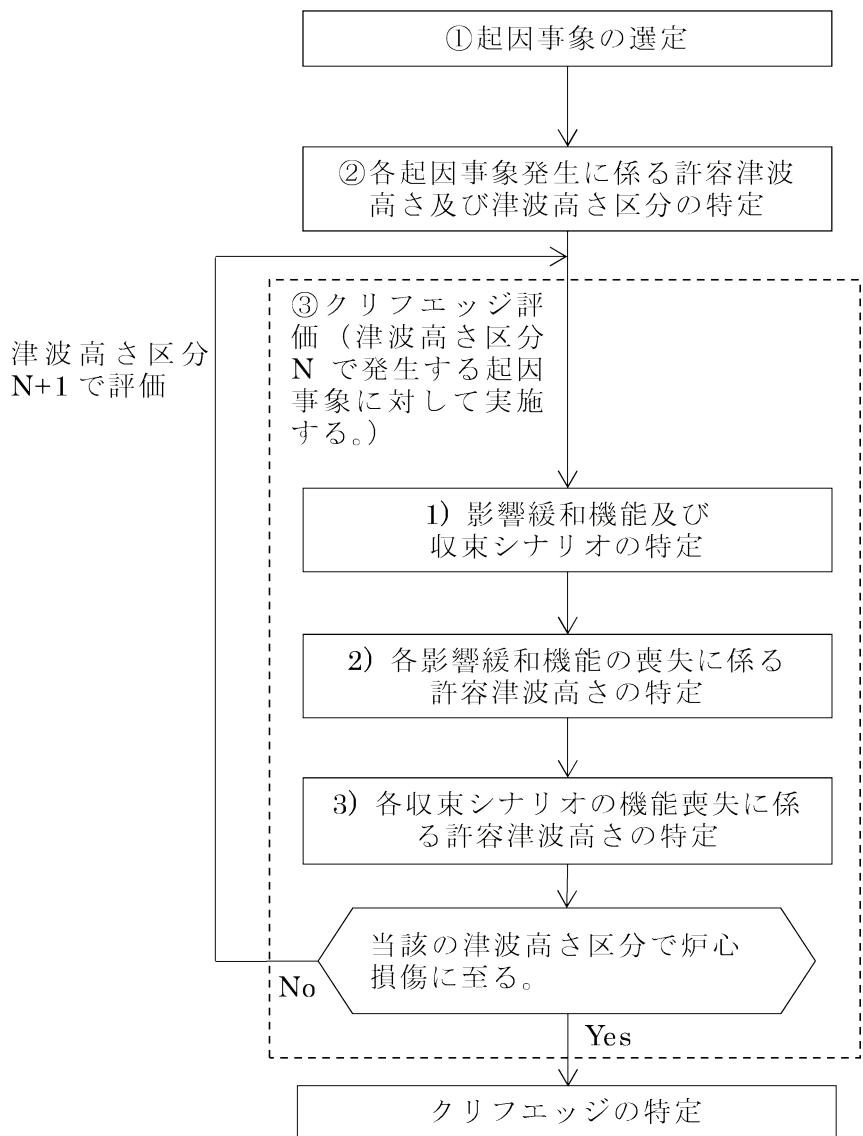
よって、「炉心損傷直結」の許容津波高さである 15m で炉心損傷に至る。

すなわち、当該の津波高さ区分 2 (15m 以上) で炉心損傷に至ることから、これをクリフエッジとして特定した。

(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 クリフェ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)～3)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)～3)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。

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 表のとおり検討し、以下のとおり抽出した。

- ・外部電源喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・炉心損傷直結（複数の信号系損傷）
- ・CV 機能喪失直結（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。

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

c) 運転停止時の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、以下の 7 事象を選定した。

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

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

レベル 1 津波 P R A における起因事象	今回の安全裕度評価における想定要否	備考
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と想定不要とする。
外部電源喪失	○	—
原子炉補機冷却機能の全喪失	○	—
過渡事象	×	停止時は原子炉停止後／起動前であるため想定不要とする。
炉心損傷直結	○	—
C V 機能喪失直結	○	—

○：要、×：否

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

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

○：要、×：否

② 各起因事象発生に係る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、2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

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
一	8m未満	—	—	—	—
区分1	8~15m未満	原子炉補機冷却機能喪失	防潮堤	8m	—
区分2	15m以上	水位維持失敗 余熱除去機能喪失 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失 外部電源喪失 炉心損傷直結 C V機能喪失直結	建屋シール等	15m	建屋内(C V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

・津波高さ区分1(8~15m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

補機冷却機能喪失」について、別紙 3.1.4.2.2(1)-4 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)-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

「原子炉補機冷却機能喪失」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)-6 のとおり特定した。

その結果、収束シナリオの機能喪失に係る津波高さが 15m 以上であることから、津波高さ区分 1 (8~15m 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 (15m 以上) に対して以下のとおり評価を行った。

・津波高さ区分 2 (15m 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は「水位維持失敗」、「余熱除去機能喪失」、「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失」、「外部電源喪失」、「炉心損傷直結」及び「C V 機能喪失直結」で

ある。これらのうち、「炉心損傷直結」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収束シナリオは作成していない。「水位維持失敗」、「余熱除去機能喪失」、「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失」及び「外部電源喪失」は影響緩和機能に期待できるものの、同時に「炉心損傷直結」が発生していることから、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、直接炉心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許容津波高さの特定
 - 1)項のとおり、直接炉心損傷に至ることから、収束シナリオはない。

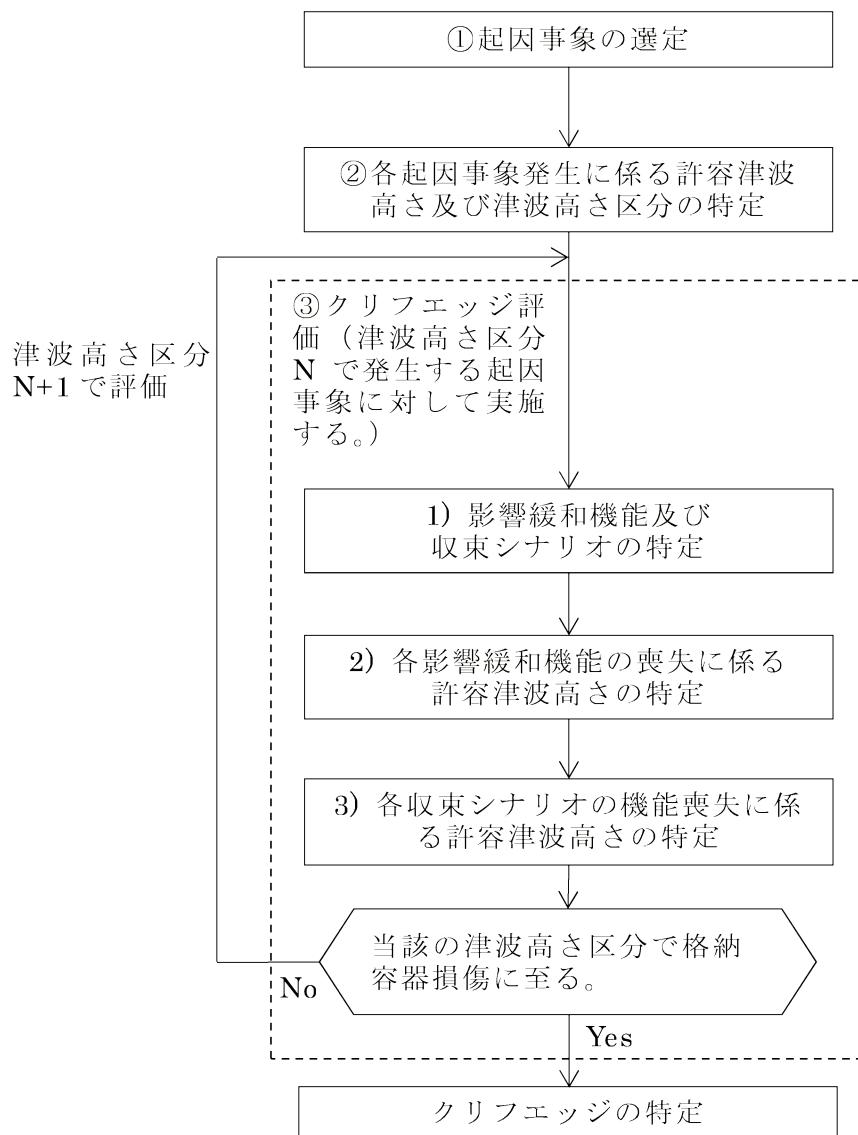
よって、「炉心損傷直結」の許容津波高さである15mで炉心損傷に至る。

すなわち、当該の津波高さ区分2(15m以上)で炉心損傷に至ることから、これをクリフエッジとして特定した。

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 起因果象の選定

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

② 各起因果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果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（P R A）」に示すレベル1津波P R Aの検討結果を踏まえて特定する。

また、この結果を踏まえ、発生する起因事象に対応する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)～3)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)～3)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（P R A）」に示すレベル1.5津波P R Aの検討結果を踏まえて、影響緩和機能及び収束シナリオを特定する。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る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（P R A）」に示すレベル1.5津波P R A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。

ii 評価結果

① 起因事象の選定結果

3.1.4.2.2(1)a.(a) ii ①項と同様に、以下の 6 事象を選定した。

- ・過渡事象
- ・主給水流量喪失
- ・外部電源喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・炉心損傷直結（複数の信号系損傷）
- ・CV 機能喪失直結（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) ii ②項の結果より、各起因事象を引き起こす設備等とその許容津波高さを第 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、2 を同表のとおり設定した。

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
一	8m 未満	—	—	—	—
区分 1	8~15m 未満	原子炉補機冷却機能喪失 (主給水流量喪失) (過渡事象)	防潮堤	8m	「原子炉補機冷却機能喪失」の発生に伴い、制御用空気系が喪失し、制御用空気を必要とする主給水流量調整弁が閉止(フェイルクローズ)されることで、従属的に「主給水流量喪失」が発生し、原子炉トリップを伴うことから、「過渡事象」も発生する。
区分 2	15m 以上	外部電源喪失 炉心損傷直結 C V 機能喪失直結	建屋シール等	15m	建屋内(C V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、C V機能喪失直結となる。

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) ii ③ 項の結果より、区分 1 では炉心損傷に至らないことから、区分 2 より評価を実施した。

- 津波高さ区分 2 (15m 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 では「原子炉補機冷却機能喪失」、「主

給水流量喪失」、「過渡事象」、「外部電源喪失」、「炉心損傷直結」及び「CV機能喪失直結」が起因事象となる。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から収束シナリオは作成していない。「原子炉補機冷却機能喪失」、「主給水流量喪失」、「過渡事象」及び「外部電源喪失」は影響緩和機能に期待できるものの、同時に「CV機能喪失直結」が発生していることから、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、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許容津波高さの特定
 - 1)項のとおり、直接格納容器損傷に至ることから、収束シナリオはない。

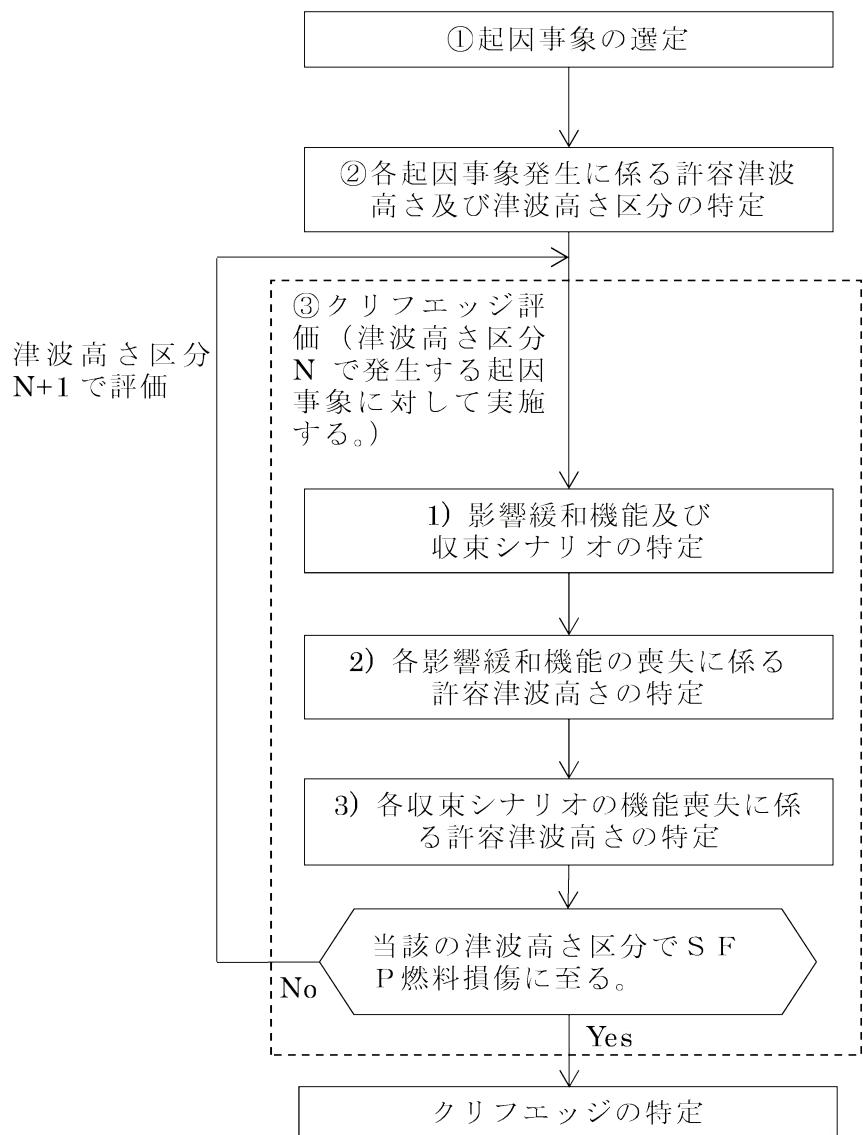
よって、「CV機能喪失直結」の許容津波高さである15mで格納容器損傷に至る。

すなわち、当該の津波高さ区分2(15m以上)で格納容器損傷に至ることから、これをクリフエッジとして特定した。

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)～3)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)～3)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。

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。

- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・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を同表のとおり設定した。

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
一	8m 未満	—	—	—	—
区分1	8~15m 未満	原子炉補機冷却機能喪失 (SFP冷却機能喪失)	防潮堤	8m	「原子炉補機冷却水系喪失」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	15m 以上	外部電源喪失	建屋シール等	15m	—

③ クリフエッジ評価結果

・津波高さ区分1（8~15m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「原子炉補機冷却機能喪失」、「SFP冷却機能喪失」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、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)-7 に示すとおり「原子炉補機冷却機能喪失」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)-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

「原子炉補機冷却機能喪失」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)-9 のとおり特定した。

その結果、収束シナリオ①、②共に収束シナリオの機能喪失に係る津波高さが 15m 以上であることから、津波高さ区分 1 (8~15m 未満) で S F P 燃料損傷に至ることはない。

よって、次の津波高さ区分 2 (15m 以上) に対して以下のとおり評価を行った。

・津波高さ区分 2 (15m 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)-10 のとおり、影響緩和機能及び収束シナリオを特定した。

2) 各影響緩和機能の喪失に係る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

「外部電源喪失」の収束シナリオ①～③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。収束シナリオ①、②の緩和機能のうち、最も許容津波高さが小さいのは、非常用所内電源からの給電機能の許容津波高さ 8m であり、津波高さ区分 2 (15m 以上) では収束シナリオ①、②には至らない。収束シナリオ③については、消防ポンプによる海水注水機能の許容津波高さである 32m で機能喪失することで、SFP 燃料損傷に至る。

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「3.1.4.2.2(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 15m を超える場合には、環境線量が極めて高くなり使用済燃料ピット損傷防止対策である消防ポンプによる海水注水の実施が困難になることが予想される。従って、使用済燃料ピット損傷防止対策のクリフエッジは、格納容器損傷防止対策のクリフエッジと同じ津波高さ 15m と特定した。

(2) 遷上解析による検証

クリフエッジ高さの津波を想定した遷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。

- 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) 遷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遷上状況を分析するため、津波高さがクリフエッジ高さである E.L.+15.0m 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隱岐トラフ海底地すべり（エリアB）の重畠とし、発電所に到来する津波高さが E.L.+15.0m となるように基準津波の波形を比例倍して、遷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、遷上解析で考慮する津波の取水口地点における時刻歴波形を第 3.1.4.2.2.6 図に示す。

(b) 敷地周辺の遷上・浸水域の評価結果

遷上解析結果のうち、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 号機建屋周辺で遷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。

遷上波の最高水位は、3.4 号機建屋周辺において E.L.+15.0m 以下となっている。

(c) クリフエッジシナリオへの影響の評価

① 建屋内機器への影響

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.+15.0m 以下である場合には、クリフェ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機能喪失を防止できることを確認している。これを踏まえ、建屋内機器への影響確認として、建屋浸水対策への影響およ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、主要な設備等における遡上波の高さを示す。3. 4 号機補助建屋周辺での遡上波の高さは最大で約 E.L.+6.7m であることから、クリフェッジ高さを上回らないことを確認した。また、水密扉は、E.L.+17m の静水圧に耐えられる設計であり、貫通部止水処置は、E.L.+15m の静水圧に対して水密性を有するシール材の施工をしていることから、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 号機補助建屋周辺で最大約 3.4m/s である。また、前述のように、3. 4 号機補助建屋周辺の遡上波の高さは最大で約 E.L.+6.7m 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施設・設備等については、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を考慮した結果、水密扉及び貫通部止水処置に対して衝突する恐れのある漂流物とはならないことから、漂流物の影響は考えられない。

② 屋外機器への影響

一方、クリフェ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 3.1.4.2.2.7 図のとおり、クリフェ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または保管されていることから、影響はない。

具体的には、地震単独の「3.1.4.2.1(1)b. ii 評価結果」を踏まえて整理した防護すべき屋外機器（第 3.1.4.2.2.11 図）のうち、エリア b に保管されている「可搬式代替低圧注水ポンプ」及び「可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車」並びにエリア i に保管されている「重油（燃料油貯油槽）」が津波遡上の影響を受ける。

このうち、「可搬式代替低圧注水ポンプ」については、エリア a に同機器が保管されており、当該エリアは津波遡上の影響を受けないため、その健全性を維持出来る。また、「可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車」については、エリア f に同機器が保管されており、当該エリアは斜面崩壊及び津波遡上の影響を受けないため、その健全性を維持出来る。「重油（燃料油貯油槽）」については、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 地震と津波の重畠事象」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 3.1.4.2.2.10 図のとおり、津波冠水部となる 3・4 号機建屋周辺の津波水位は、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。従って、「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	0.05 秒
計算領域	高浜発電所周辺（南北約 49.5km、東西約 88.2km）
格子分割サイズ	150m → 50m → 25m → 12.5m → 6.25m → 3.125m
基礎方程式	非線形長波理論式および連続式（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 $n=0.030\text{m}^{-1/3}\cdot\text{s}$ （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 10 時間まで

基礎方程式：非線形長波理論式および連続式（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、

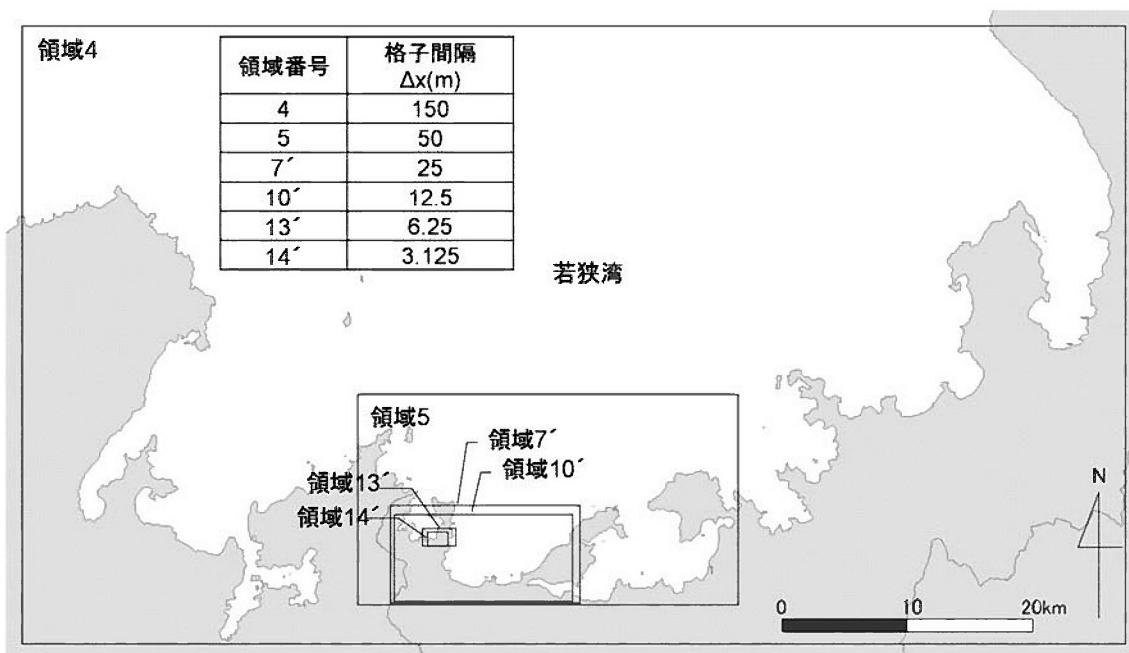
M：x 方向の線流量、N：y 方向の線流量、h：静水深

D：全水深($D=h+\eta$)、g：重力加速度、

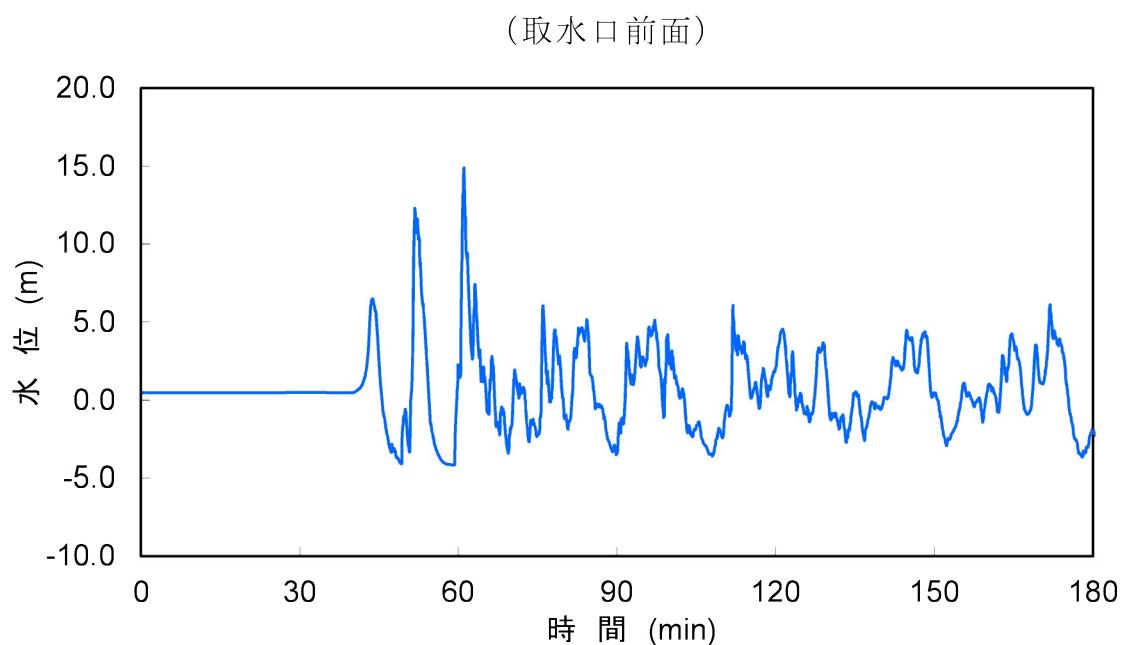
K_h ：水平渦動粘性係数、n；マニングの粗度係数

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

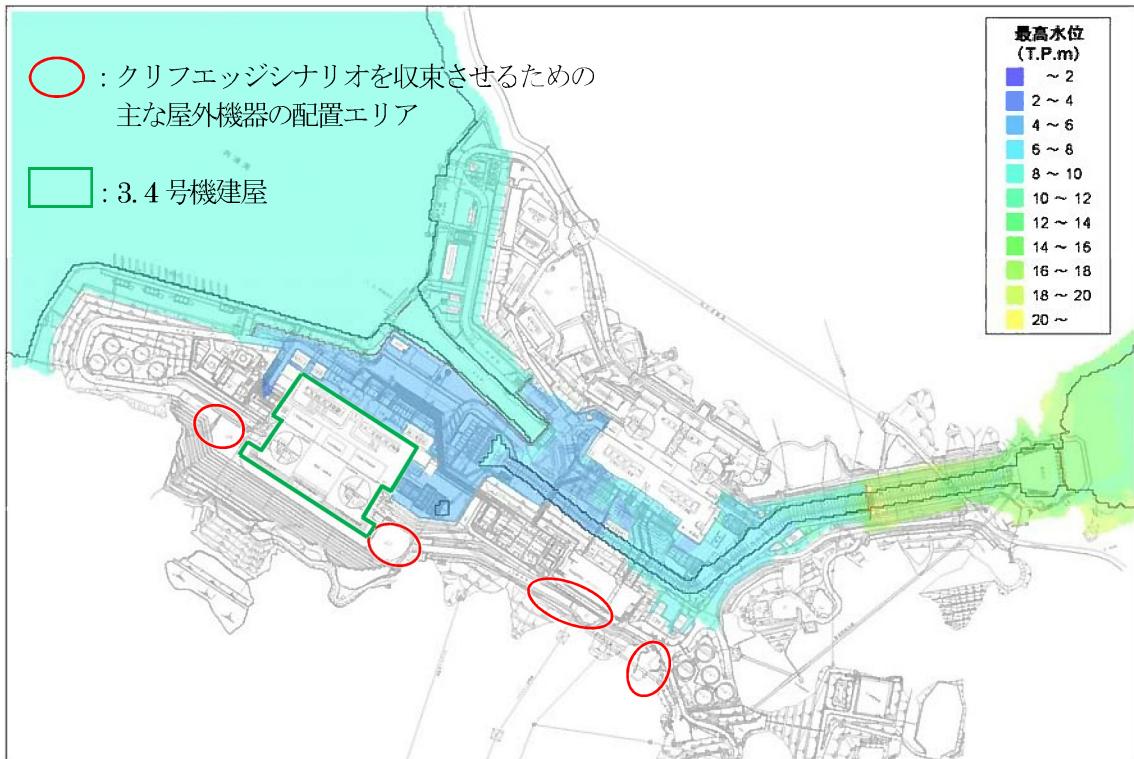
評価位置	遡上波の高さ(EL.m)	遡上波の流速(m/s)
取水口前面	15.0	4.9
3. 4 号機補助建屋周辺	6.7	3.4



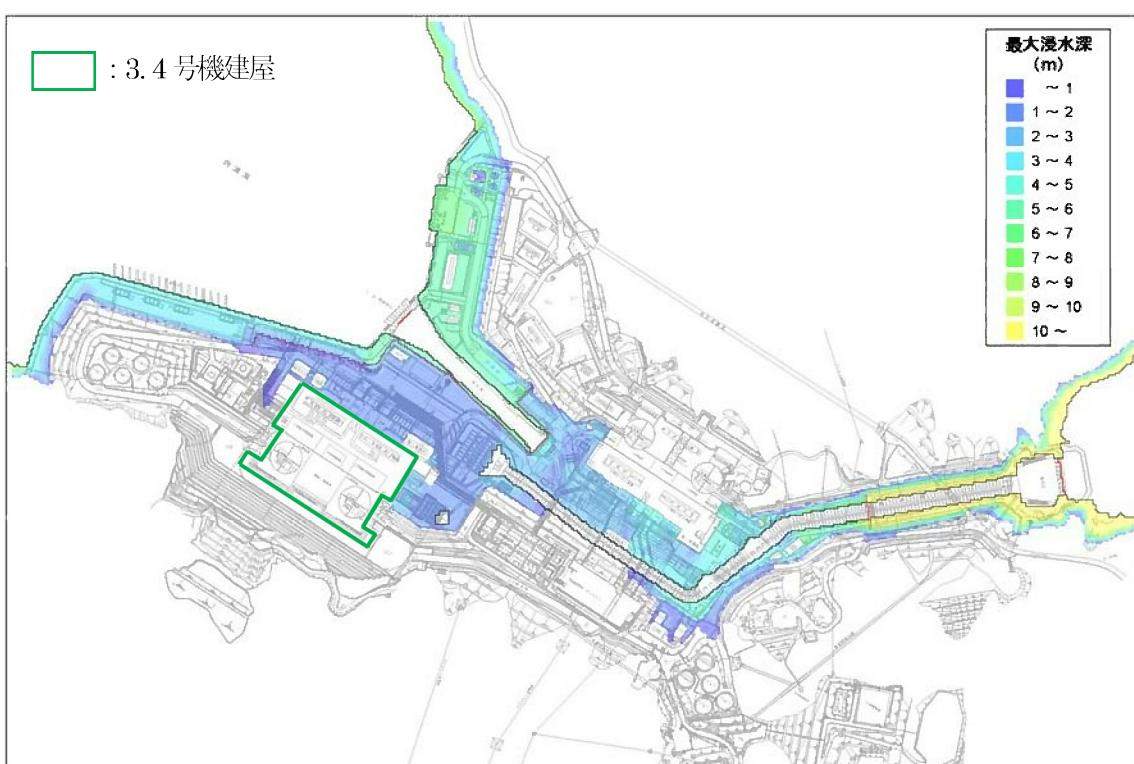
第 3.1.4.2.2.5 図 数値シミュレーションの計算格子分割



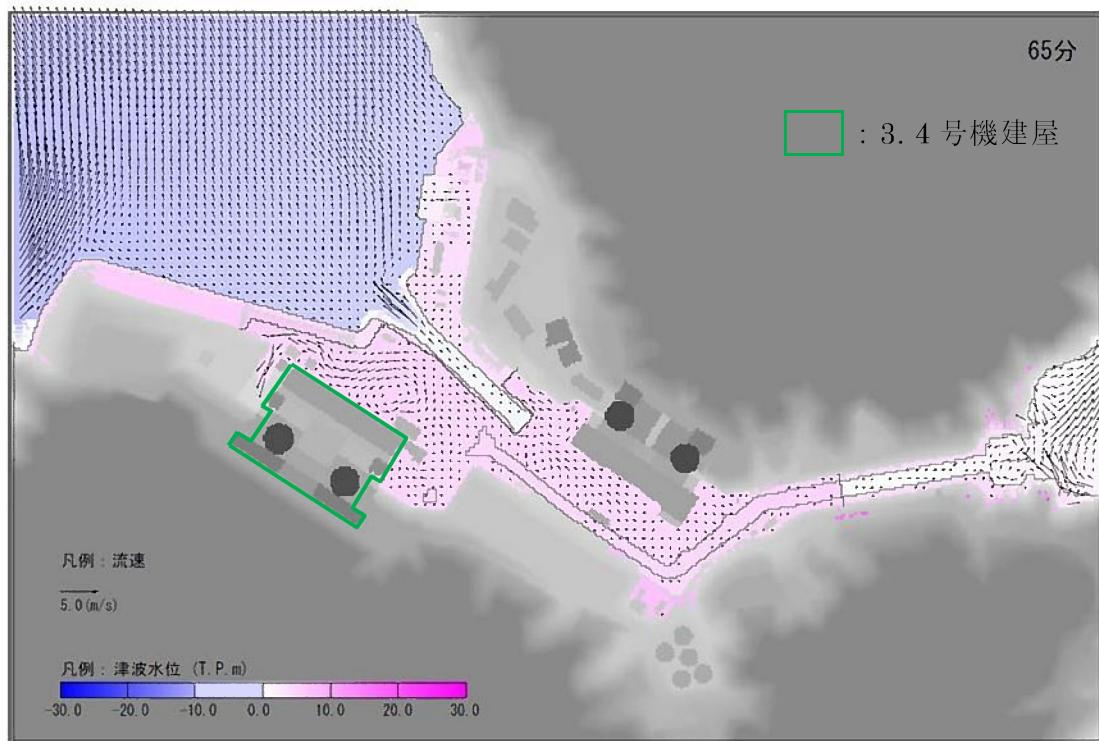
第 3.1.4.2.2.6 図 週上解析で考慮する津波の時刻歴波形
(初期潮位 : E.L.+0.49m)



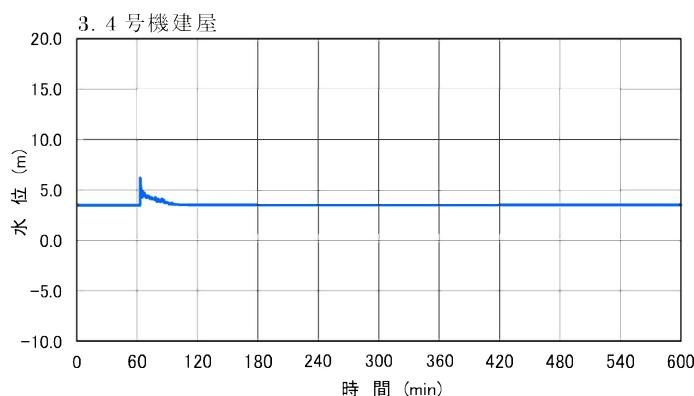
第 3.1.4.2.2.7 図 最高水位分布



第 3.1.4.2.2.8 図 最大浸水深分布



第 3.1.4.2.2.9 図 流速ベクトル分布



第 3.1.4.2.2.10 図 3.4号機建屋周辺の津波水位変化

参考資料－5に記載する。

第3.1.4.2.2.11図 防護すべき設備等の配置場所

(3) 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、平成27年2月12日に許可を受けた原子炉設置（変更）許可申請（以下、「設置許可」という。）及び平成27年8月4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・エフェクト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。従って、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、高浜発電所構内に存在する危険物タンク及び発電所港湾内に入港する船舶については、いずれもクリフエッジ・エフェクトとなる津波高さで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]

- ・補助ボイラ燃料タンク（重油、150kℓ）
- ・3号機及び4号機タービン油計量タンク（タービン油、130kℓ）
- ・1号機及び2号機タービン油タンク（タービン油、80kℓ）

[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、クリフェッジ・エフェクト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号機背面及び特高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、建屋が津波遡上波により浸水している時間は、約 1 時間程度であること、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 1 時間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。

(別紙 3.1.4.2.2(3)a-2 (遡上解析結果) 参照)

アクセスルートへの外部火災の影響を確認した結果、消火活動に必要な設備である可搬式消防ポンプは、第 3.1.4.2.2.12 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 号機背面及び特高背面に保管されおり、また「高浜発電所 防火管理所達」において、消火活動に必要な手順が整備されていることから、適切な消火活動を行えることを確認した。

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

参考資料－5 に記載する。

第 3.1.4.2.2.12 図 防護すべき設備等の配置場所

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：出力運転時炉心損傷（区分1））

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））

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：出力運転時炉心損傷（区分1））

参考資料－5に記載する。

			フロントライン系																		
			影響緩和機能	原子炉トリップ	RCPシールLOCA	補助給水による蒸気発生器への給水(電動またはタービン動)		主蒸気逃がし弁による熱放出(手動・現場)		蓄圧注入による炉心への注水		恒設代替低圧注水ポンプによる原子炉への注水		大容量ポンプによる補機冷却		余熱除去ポンプによるブースティング(海水)		高圧注入による再循環炉心冷却(海水)		格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱(海水冷却)	
						電動	タービン動														
サポート系	影響緩和機能	設備	-	-	3A電動補助給水ポンプ	タービン動補助給水ポンプ	原子炉トリップしや断器盤	端子台収納盤(制御トレーンA)	恒設代替低圧注水ポンプ	β タンクローリー(給油ポンプ)	3A余熱除去ポンプ	3A充てん／高圧注入ポンプ	β タンクローリー(給油ポンプ)								
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	15m			●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●				
	440V AC電源	パワーセンタ	15m			●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●				
	125V DC電源	充電器盤	15m			●	●								●	●	●				
	115V AC電源	3A計器用分電盤	15m			●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●				
	大容量ポンプ	β タンクローリー(給油ポンプ)	15m												●	●	●				
	空冷DG	β タンクローリー(給油ポンプ)	15m									●									
	再循環切替	対象無し	対象無し											○							
影響緩和機能の許容津波高さ			-	-	15m	15m	15m	15m	15m	15m	15m	15m	15m	15m	15m	15m	15m				

○: 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））

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））

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））

参考資料－5に記載する。

		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原子炉への注水	大容量ポンプによる補機冷却	低圧注入による再循環炉心冷却	格納容器内自然対流冷却による格納容器除熱(海水冷却)		
設備		恒設代替低圧注水ポンプ	β タンクローリー(給油ポンプ)	3A余熱除去ポンプ	β タンクローリー(給油ポンプ)		
サポート系	影響緩和機能	設備		15m	15m	15m	15m
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	15m	●	●	●	●
	440V AC電源	パワーセンタ	15m	●	●	●	●
	125V DC電源	充電器盤	15m			●	
	115V AC電源	3A計器用電源装置	15m	●	●	●	●
	大容量ポンプ	β タンクローリー(給油ポンプ)	15m			●	●
	空冷DG	β タンクローリー(給油ポンプ)	15m	●			
	再循環切替	対象無し	対象無し			○	
	RWST	端子台収納盤(制御トレーンA)	15m	●			
影響緩和機能の許容津波高さ				15m	15m	15m	15m

○: 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）

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ェッジ評価（津波：運転停止時炉心損傷（区分1））

参考資料－5に記載する。

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：SFP燃料損傷（区分1））

			フロントライン系		
サポート系	影響緩和機能	設備	影響緩和機能	燃料取替用水ポンプによる注水	消防ポンプによる海水注水
	6.6kV AC電源	メタルクラッドスイッチギア	設備	3A燃料取替用水ポンプ	3A使用済燃料ピット給水用消防ポンプホースβ
	440V AC電源	パワーセンタ	15m	●	
	115V AC電源	3A計器用分電盤	15m	●	
影響緩和機能の許容津波高さ			15m	15m	32m

○: 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：SFP燃料損傷（区分1））

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））

参考資料－5に記載する。

参考資料－5に記載する。

各起因事象における収束シナリオ（津波：SFP燃料損傷（区分2））

		フロントライン系			
		影響緩和機能	非常用所内電源からの給電	燃料取替用水ポンプによる注水	消防ポンプによる海水注水
サポート系	設備	原子炉トリップしや断器盤	3A燃料取替用水ポンプ	3A使用済燃料ビット給水用消防ポンプホースβ	
	影響緩和機能	設備	15m	15m	32m
	6.6kV AC電源	メタルクラッズイッチギア	15m	○	●
	440V AC電源	パワーセンタ	15m	○	●
	125V DC電源	充電器盤	15m	○	
	115V AC電源	3A計器用分電盤	15m	○	●
	バッテリー	A 蓄電池	15m	○	
	海水系	3A海水ポンプ	8m	●	
影響緩和機能の許容津波高さ			8m	15m	32m

○: 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

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））

参考資料-5に記載する。

外部火災による影響を確認する項目					
	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 (15m)	停止時 炉心損傷防止 (15m)	出力時 CV損傷防止 (15m)	SFP損傷防止 (15m)
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	—
	・燃料取扱建屋	—	—	—	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置(1台)	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	—
	・可搬式代替低圧注水ポンプ(1台) ・可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車(1台) ・仮設組立水槽(1式)	—	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	—
	・消防ポンプ及びホース類(1式)	○ 補助給水によるSG給水(タービン動)のための復水タンクへの給水	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	○ 消防ポンプによる海水注水
	・大容量ポンプ(1台) ・大容量ポンプホース類(1式)	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	—
	・ブルドーザ(1台)	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保
	・タンクローリ(1台) ・重油(燃料油貯油槽(空冷式非常用発電装置、可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車及び大容量ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	—
	・ガソリン(危険物貯蔵庫(消防ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給

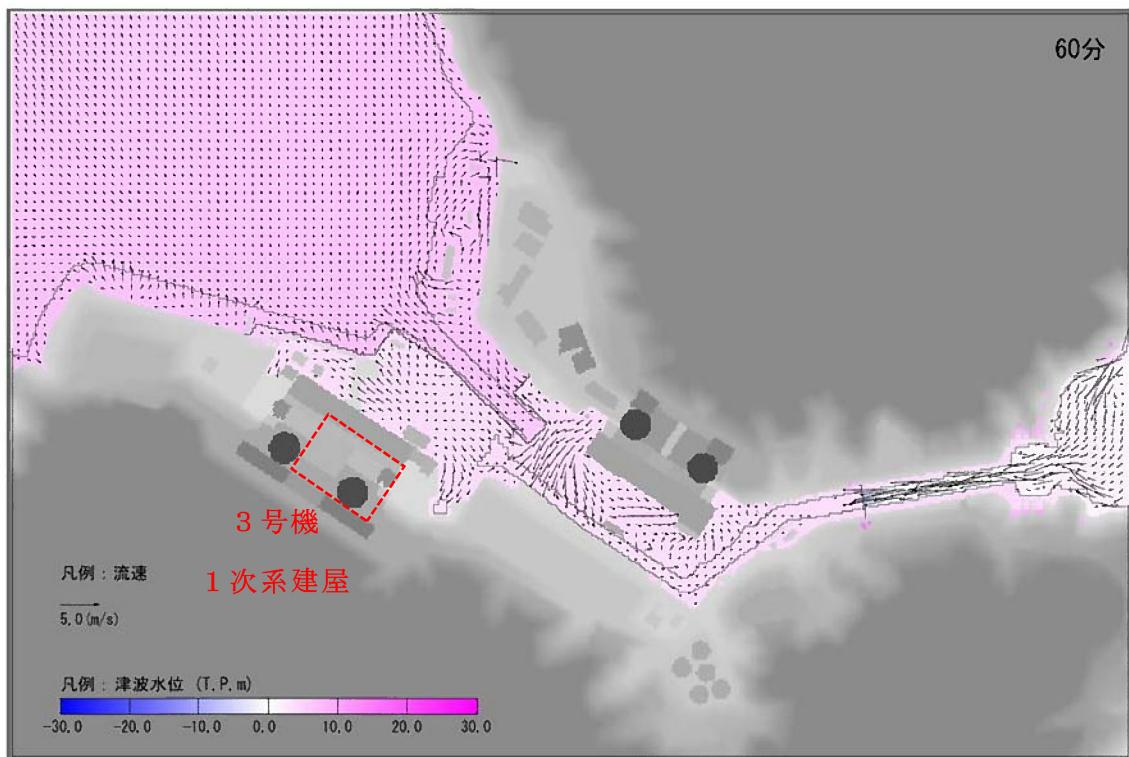
<凡例>

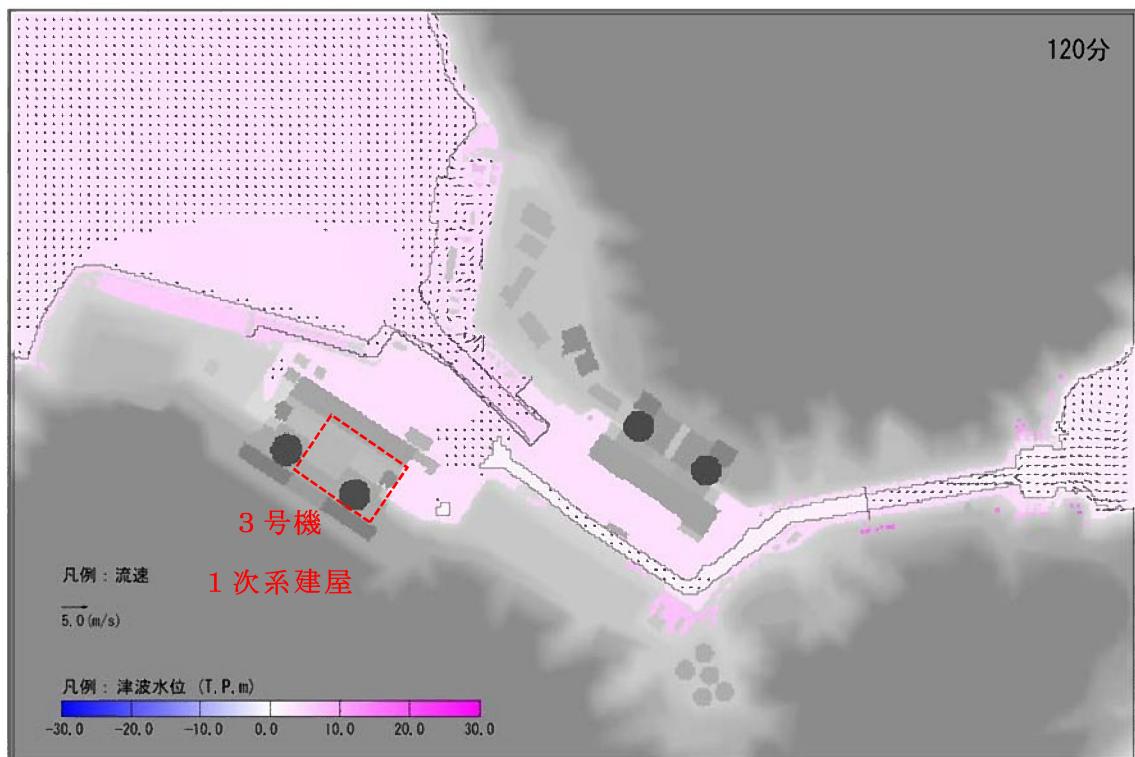
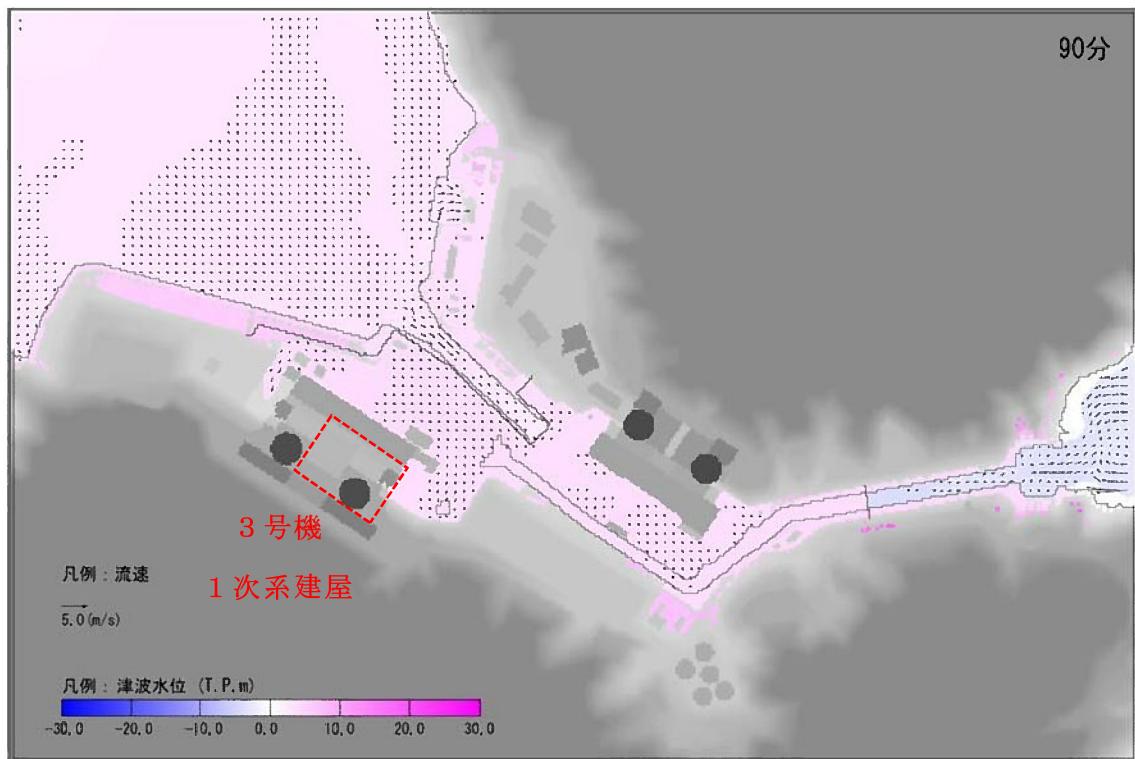
○:期待する

—:シナリオ上期待しない

3号機建屋近傍における津波遡上波の浸水時間について

3号機近傍における津波遡上波の流速ベクトル（事象発生後 60 分、90 分及び 120 分）の様子を下図に示す。事象発生後 60 分時点では、津波遡上波は 3号機 1 次系建屋に未到達である。その後、3号 1 次系建屋に津波遡上波が到達し（事象発生後 90 分時点）、事象発生後 120 分時点では 3号 1 次系建屋から引いている。以上より、3号機 1 次系建屋が津波遡上波により浸水している時間は、約 1 時間程度である。





3.1.4.2.3 地震と津波の重畠事象

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み合わ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み合わせを考慮しており、相関性を考慮した場合に比べ、安全側の評価となる。

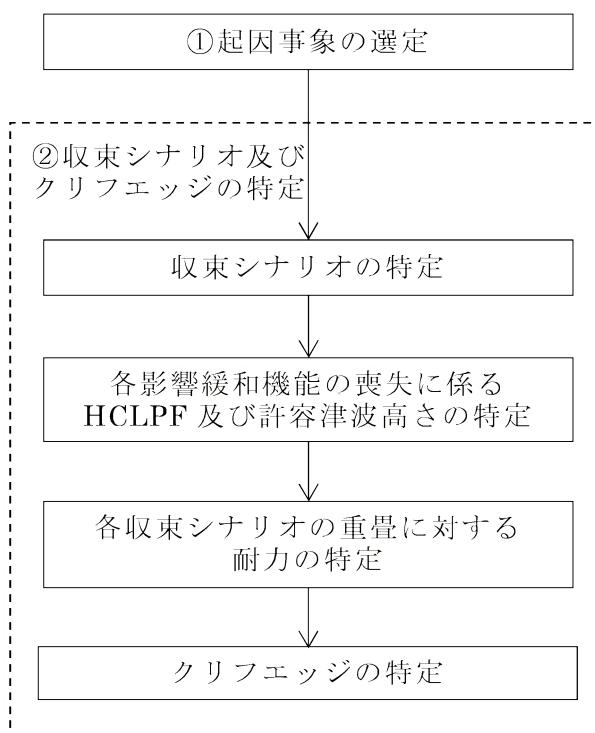
(1) 地震と津波の重畠事象の評価

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 クリフェッジの特定に係るフロー図
(地震と津波の重畠事象)

① 起因事象の選定

3.1.4.2.1(1)a.(a)項及び 3.1.4.2.2(1)a.(a)項において実施した評価結果に基づき特定されたクリフェ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、地震また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 または許容津波高さについては、3.1.4.2.1(1)a.(a)項または 3.1.4.2.2(1)a.(a)項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ェッジの特定

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)項または 3.1.4.2.2(1)a.(a)項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み合わせを、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ェ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)項ならびに 3.1.4.2.2(1)a.(a)項の検討結果から、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」、「原子炉補機冷却機能喪失」及び津波側の起因事象である「原子炉補機冷却機能喪失」、「主給水流量喪失」、「過渡事象」、「外部電

源喪失」、「炉心損傷直結」、「CV機能喪失直結」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項で述べたように、「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「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、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み合わせの評価を行い、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）。

(ii) 津波による起因事象をベースとした評価

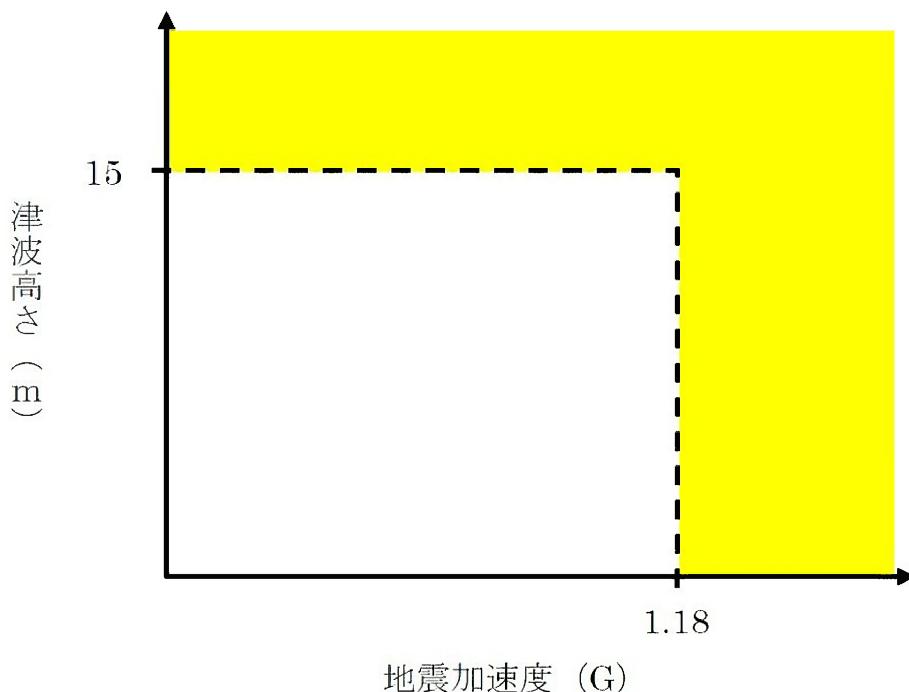
①項の各起因事象について、3.1.4.2.2(1)a.(a) ii ③項で述べたように、「主給水流量喪失」と「過渡事象」は、「原子炉補機冷却機能喪失」にまとめて評価をすることができる。そのため、本評価においては「原子炉補機冷却機能喪失」のイベントツリーを用いて、既に特定されている収束シナリオを対象に評価を行った。具体的には、別紙 3.1.4.2.1(1)-4 のイベントツリーで示される全ての収束シナリオにおける各影響緩和機能の耐力として、HCLPF 及び許容津波高さの組み合わせの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙 3.1.4.2.3(1)-2 参照）。

なお、「外部電源喪失」、「炉心損傷直結」、「CV機能喪失直結」について、これらのうち「炉心損傷直結」

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、「炉心損傷直結」の許容津波高さである 15m で、地震加速度にかかわらず炉心損傷に至ると評価した。

この評価結果から、地震加速度が 1.18G 以上または津波高さが 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、その境界線がクリフェッジとして特定された(第 3.1.4.2.3.2 図参照)。

なお、1.18G という値は蓄圧タンクに対する 95% 信頼度のフラジリティ曲線における 5% 損傷確率に相当する地震加速度であり、3.1.4.1.2(2)で述べたように、1.18G の地震加速度が生じたとしても、必ずクリフェッジ・エフェクトが発生することを意味するものではない。



第 3.1.4.2.3.2 図 地震と津波の重畠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)項及び 3.1.4.2.2(1)a.(b)項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、地震また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 または許容津波高さについては、3.1.4.2.1(1)a.(b)項または 3.1.4.2.2(1)a.(b)項において評

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)項または3.1.4.2.2(1)a.(b)項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み合わせを、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畠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)項ならびに3.1.4.2.2(1)a.(b)項の検討結果から、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」、「原子炉補機冷却機能喪失」及び津波側の起因事象である「原子炉補機冷却機能喪失」、「水位維持失敗」、「余熱除去機能喪失」、「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失」、「外部電源喪失」、「炉心損傷直結」、「CV機能喪失直結」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、すなわち「外部電源喪失」と「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、別紙3.1.4.2.1(1)-7及び別紙3.1.4.2.1(1)-10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

波高さの組み合わせの評価を行い、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）。

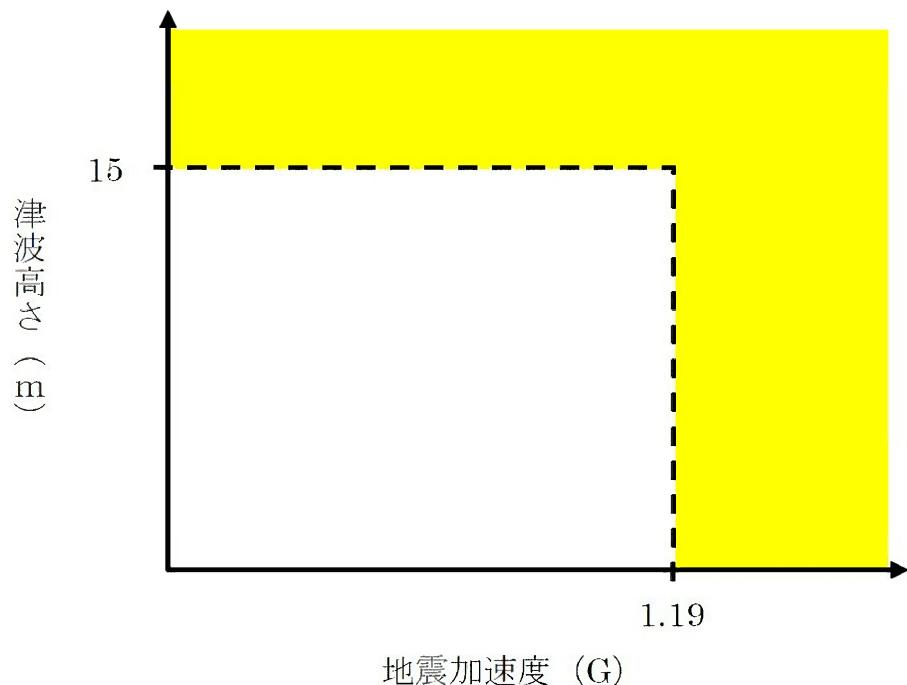
(ii) 津波による起因事象をベースとした評価

①項の起因事象について、すなわち「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、別紙 3.1.4.2.1(1)-10 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、HCLPF 及び許容津波高さの組み合わせの評価を行い、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、「水位維持失敗」、「余熱除去機能喪失」、「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能喪失」、「外部電源喪失」、「炉心損傷直結」、「CV機能喪失直結」について、これらのうち「炉心損傷直結」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、「炉心損傷直結」の許容津波高さである 15m で、地震加速度にかかわらず炉心損傷に至ると評価した。

この評価結果から、地震加速度が 1.19G 以上または津波高さが 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、その境界線がクリフェッジとして特定された（第 3.1.4.2.3.3 図参照）。

なお、1.19G という値は蓄電池に対する 95%信頼度のフラジリティ曲線における 5%損傷確率に相当する地震加速度であり、3.1.4.1.2(2)で述べたように、1.19G の地震加速度が生じたとしても、必ずクリフェッジ・エフェクト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 地震と津波の重畠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

(a) 出力運転時

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. 項及び 3.1.4.2.2(1)b. 項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、地震また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 または許容津波高さについては、

3.1.4.2.1(1)b.項または 3.1.4.2.2(1)b.項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ェッジの特定

①項にて選定した各起因事象について、3.1.4.2.1(1)b.項または 3.1.4.2.2(1)b.項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み合わせを、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ェ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.項ならびに 3.1.4.2.2(1)b.項の検討結果から、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」、「原子炉補機冷却機能喪失」及び津波側の起因事象である「原子炉補機冷却機能喪失」、「主給水流量喪失」、「過渡事象」、「外部電源喪失」、「炉心損傷直結」、「CV機能喪失直結」を対象とした。

② 収束シナリオ及びクリフェッジの特定結果

(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. ii ③項で述べたように、「主給水流量喪失」と「外部電源喪失」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「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、別紙 3.1.4.2.1(1)-13 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

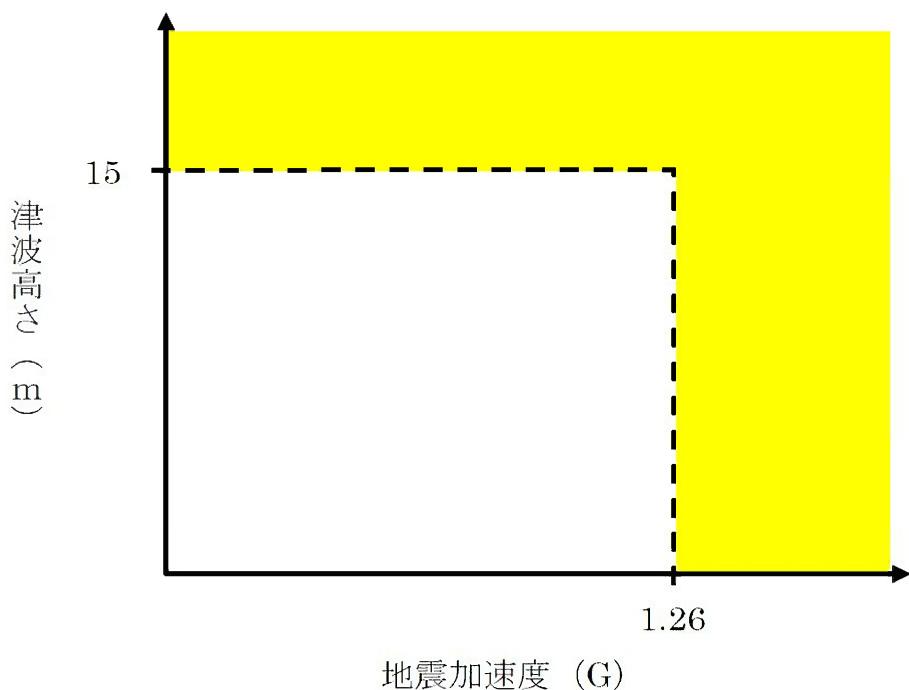
して、HCLPF 及び許容津波高さの組み合わせの評価を行い、最も耐力を有するシナリオを抽出した（別紙 3.1.4.2.3(1)-5 参照）。

(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)a.(a) ii ③ 項で述べたように、「原子炉補機冷却機能喪失」、「主給水流量喪失」及び「過渡事象」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「外部電源喪失」、「炉心損傷直結」、「CV機能喪失直結」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」の許容津波高さである 15m で、地震加速度にかかわらず格納容器損傷に至ると評価した。

この評価結果から、地震加速度が 1.26G 以上または津波高さが 15 m 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、その境界線がクリフェッジとして特定された（第 3.1.4.2.3.4 図参照）。

なお、1.26G という値は代表弁に対する 95%信頼度のフラジリティ曲線における 5%損傷確率に相当する地震加速度であり、3.1.4.1.2(2)で述べたように、1.26G の地震加速度が生じたとしても、必ずクリフェッジ・エフェクトが発生することを意味するものではない。



第 3.1.4.2.3.4 図 地震と津波の重畠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. 項及び 3.1.4.2.2(1)c. 項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、地震また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 または許容津波高さについては、3.1.4.2.1(1)c. 項または 3.1.4.2.2(1)c. 項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ェッジの特定

①項にて選定した各起因事象について、3.1.4.2.1(1)c.項または3.1.4.2.2(1)c.項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み合わせを、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畠によるクリフェ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.項ならびに3.1.4.2.2(1)c.項の検討結果から、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冷却機能喪失」、「原子炉補機冷却機能喪失」、「SFP損傷」及び津波側の起因事象である「原子炉補機冷却機能喪失」、「SFP冷却機能喪失」、「外部電源喪失」を対象とした。

② 収束シナリオ及びクリフェッジの特定結果

(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)c. ii ③項で述べたように、「SFP冷却機能喪失」と「原子炉補機冷却機能喪失」は、「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」と「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、別紙3.1.4.2.1(1)-16 及び別紙 3.1.4.2.1(1)-19 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み合わせの評価を行い、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 損傷」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 損傷」の HCLPF である 1.86G で、津波高さにかかわらず SFP 燃料損傷に至ると評価した。

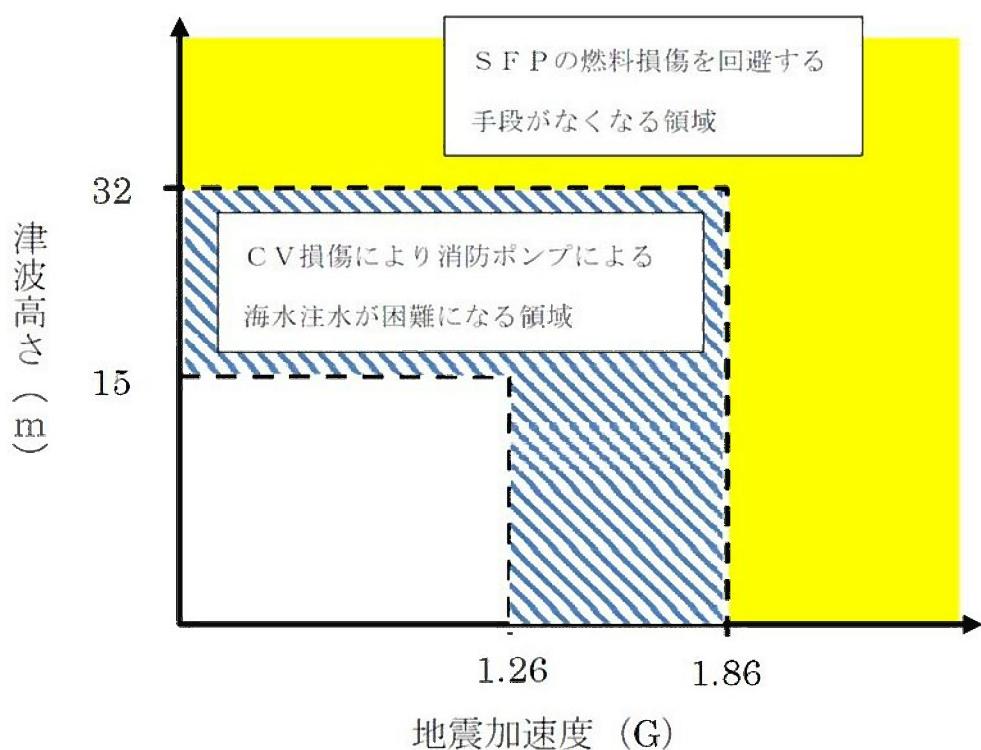
(ii) 津波による起因事象をベースとした評価

①項の各起因事象について、3.1.4.2.2(1)c. ii ③項で述べたように、「SFP 冷却機能喪失」と「原子炉補機冷却機能喪失」は、「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。また、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、地震単独の評価における「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、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、HCLPF 及び許容津波高さの組み合わせの評価を行い、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 1.86G 以上または津波高さが 32m 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 及び津波高さ 15m を超える場合には、環境線量が極めて高くなり使用済燃料ピット損傷防止対策である消防ポンプによる海水注水の実施が困難になることが予想される。従って、使用済燃料ピット損傷防止対策のクリフェッジは、格納容器損傷防止対策のクリフェッジと同じ地震加速度 1.26G 及び津波高さ 15m と特定した（第 3.1.4.2.3.5 図参照）。



第 3.1.4.2.3.5 図 地震と津波の重畠に関するクリフェッジ評価結果
(S F P 燃料損傷)

(2) 地震と津波の重畠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（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) 建屋内の防護すべき設備に関する溢水評価

地震と津波の重畠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。よって、建屋内の評価結果は「3.1.4.2.1(2)a. 地震随伴溢水」における建屋内の評価結果と差異がないため、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

地震と津波の重畠事象において防護すべき建屋外の設備は、地震と津波の重畠事象に対する「3.1.4.2.3(1)a.(a) ii 評価結果」、「3.1.4.2.3(1)b.(a) 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ると、地震単独の評価に対する随伴溢水の影響評価において選定した「3.1.4.2.1(2)a.(a)②2-1) 防護すべき設備の選定結果」から、「原子炉補機冷却海水ポンプ操作箱」及び「3A,B,C 海水ポンプ」を除いたものとなる。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.+15.0m 以上のエリアに必要台数が設置または保管されている。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) 炉心損傷防止対策（運転停止時）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。よって、建屋内の評価結果は「3.1.4.2.1(2)a. 地震随伴溢水」における建屋内の評価結果と差異がないため、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」で特定されるクリフエッジシナリオを踏まえると、地震単独の評価に対する随伴溢水の影響評価において選定した「3.1.4.2.1(2)a.(b)②2-1) 防護すべき設備の選定結果」から、「原子炉補機冷却海水ポンプ操作箱」及び「3A,B,C 海水ポンプ」を除いたものとなる。これらの設備は、炉心（出力時）、C V 及び S F P に対する防護すべき建屋外の設備に包絡される。従って、溢水影響は(a)項と同様となり、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) 地震と津波の重畠事象の評価」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.(a) 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・エフェクト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3.1.4.2.3.6 図に示す。

参考資料－5に記載する。

第3.1.4.2.3.6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」及び津波評価での「3.1.4.2.2(2) 津波遡上解析による検証」を踏まえて、防護すべき設備等への斜面崩壊及び津波遡上の影響を評価する。

2) 評価結果

2-1) 屋外設備等に対する評価結果

「3.1.4.2.1 地震」において原子炉建屋の背後斜面等のすべり及び剥落による屋外設備等への影響を評価した「3.1.4.2.1(2)b.(a)2-1) 屋外設備等に対する評価結果」及び「3.1.4.2.2 津波」において津波遡上による屋外機器への影響を評価した「3.1.4.2.2(2)a.(c)② 屋外機器への影響」より、防護すべき設備等の必要台数が確保されることを確認する。

「3.1.4.2.1(2)b.(a)2-1) 屋外設備等に対する評価結果」より、「a.及び b. 可搬式代替低圧注水ポンプ（2台）」、「b. 及び f. 可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車（2台）」、「c.

仮設組立式水槽(1式)」、「a. 消防ポンプ及びホース類(1式)」、「a.及びg. 大容量ポンプ(2台)」、「a.及びd. 大容量ポンプホース類(2式)」、「h. ブルドーザー(1台)」、「a.及びe. タンクローリー(2台)」「k. 空冷式非常用発電装置(2台)」、「i. 重油(燃料油貯油槽)」及び「j. ガソリン(危険物貯蔵庫)」については使用可能であることを確認した。

このうち、「3.1.4.2.2(2)a.(c)② 屋外機器への影響」より、エリア b に保管されている「可搬式代替低圧注水ポンプ」及び「可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車」並びにエリア i に保管されている「重油(燃料油貯油槽)」が津波遡上の影響を受ける。「可搬式代替低圧注水ポンプ」については、エリア a に同機器が保管されており、当該エリアは斜面崩壊及び津波遡上の影響を受けないため、その健全性を維持出来る。「可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車」については、エリア f に同機器が保管されており、当該エリアは斜面崩壊及び津波遡上の影響を受けないため、その健全性を維持出来る。「重油(燃料油貯油槽)」については、津波排出後に使用可能である。

2-2) 屋内設備等に対する評価結果

建屋については、「3.1.4.2.1(2)b.(a)2)2-2) 屋内設備等に対する評価結果」及び「3.1.4.2.2(2)a.(c)① 建屋内機器への影響」のとおり、斜面および遡上に対して、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)の評価の結果、クリフエッジ地震加速度及びクリフエッジ津波では、斜面崩壊及び津波遡上が発生する可能性があるが、必要な屋外設備等について、いずれかの保管場所がその機能を維持出来ることを確認した。

これは防護すべき設備等の機能維持の観点での確認結果であり、接近性、作業性の観点もあいまって格納容器破損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ため、地震と津波の重畠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(3)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、高浜発電所構内にある危険物タンクのうち補助ボイラ燃料タンク（重油、150kℓ）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(3)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、高浜発電所構内にある全ての危険物タンク及び発電所港湾内に入港する船舶である。従って、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]

- ・補助ボイラ燃料タンク（重油、150kℓ）
- ・3号機及び4号機タービン油計量タンク（タービン油、130kℓ）
- ・1号機及び2号機タービン油タンク（タービン油、80kℓ）

[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) 地震と津波の重畠事象の評価」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.(a) 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・エフェクト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。従って、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(3)a. 津波随伴外部火災」と同じである。従って、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。

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－5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－5に記載する。

参考資料－5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））

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－5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－5に記載する。

各収束シナリオの重畠に対する耐力の評価結果（重畠：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－5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（地震による起因事象をベースとした評価））

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-5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－5に記載する。

参考資料－5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））

斜面崩壊による影響を確認する項目					
	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 (1.18G,15m)	停止時 炉心損傷防止 (1.19G,15m)	出力時 CV損傷防止 (1.26G,15m)	SFP損傷防止 (1.26G,15m)
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	—
	・燃料取扱建屋	—	—	—	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置(1台)	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	—
	・可搬式代替低圧注水ポンプ(1台) ・可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車(1台) ・仮設組立水槽(1式)	—	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	—
	・消防ポンプ及びホース類(1式)	○ 補助給水によるSG給水(タービン動)のための復水タンクへの給水	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	○ 消防ポンプによる海水注水
	・大容量ポンプ(1台) ・大容量ポンプホース類(1式)	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	—
	・ブルドーザ(1台)	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保
	・タンクローリ(1台) ・重油(燃料油貯油槽(空冷式非常用発電装置、可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車及び大容量ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	—
	・ガソリン(危険物貯蔵庫(消防ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給

<凡例>

○:期待する

—:シナリオ上期待しない

各収束シナリオに必要な緩和機能に関する設備等の一覧

外部火災による影響を確認する項目					
	防護すべき設備等	出力時 炉心損傷防止 (1.18G,15m)	停止時 炉心損傷防止 (1.19G,15m)	出力時 CV損傷防止 (1.26G,15m)	SFP損傷防止 (1.26G,15m)
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	—
	・燃料取扱建屋	—	—	—	○ 屋内設備の防護
屋外設備等	・空冷式非常用発電装置(1台)	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	○ 空冷式非常用発電装置からの給電	—
	・可搬式代替低圧注水ポンプ(1台) ・可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車(1台) ・仮設組立水槽(1式)	—	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	—
	・消防ポンプ及びホース類(1式)	○ 補助給水によるSG給水(タービン動)のための復水タンクへの給水	—	○ 可搬式代替低圧注水ポンプによる格納容器スプレイ	○ 消防ポンプによる海水注水
	・大容量ポンプ(1台) ・大容量ポンプホース類(1式)	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	○ 格納容器内自然対流冷却	—
	・ブルドーザ(1台)	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保	○ アクセスルート確保
	・タンクローリ(1台) ・重油(燃料油貯油槽(空冷式非常用発電装置、可搬式代替低圧注水ポンプ用電源車及び大容量ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	—
	・ガソリン(危険物貯蔵庫(消防ポンプ用))	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給	○ 燃料補給

<凡例>

○:期待する

—:シナリオ上期待しない

各収束シナリオに必要な緩和機能に関する設備等の一覧

3.1.4.2.4 地震又は津波に対するその他の自然現象の重畠

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、地震又は津波とは独立なその他の自然現象の重畠が生じた場合に、クリフエッジ・エフェクト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・エフェクトを特定する必要がある。

ここでは、高浜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、その他の自然現象が重畠して発生する可能性を十分に考慮し、クリフエッジ・エフェクト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畠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、高浜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、具体的には高浜発電所3号機について、平成27年2月12日に許可を受けた設置許可及び平成27年8月4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畠を考慮する自然現象の特定

高浜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、重畠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10事象を対象に検討した。

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

- ・森林火災
- ・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・エフェクト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・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、重畠して発生することは考慮しない。

竜巻についても、地震、津波とは独立事象であり、クリフエッジ・エフェクト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・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、重畠して発生することは考慮しない。

また、地滑りについては、その影響を受ける安全施設は限定されており、C・D固体廃棄物貯蔵庫であることから、クリフエッジ・エフェクトに影響を及ぼすことは無いため、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、重畠して発生することを考慮する必要はない。

以上より、高浜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、重畠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畠の影響評価

a. 機能維持

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、前項にて特定したその他の自然現象が重畠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畠による影響を評価した。

ここで、その他の自然現象の重畠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、地震と津波に組み合わせたとしても（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)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）、火山及び積雪、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）の重畠について、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、重畠の影響を考慮する必要は無い。

また、火山との重畠については、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、クリフェッジ・エフェクトとなる地震と津波の重畠事象と、設計基準想定の火山の噴火の各頻度が十分小さいため、これらが重畠して発生することは考慮しない。

さらに、積雪との重畠については、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・エフェクト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)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・エフェクト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、高浜発電所においては、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・エフェクト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。

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

高浜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 地震と津波の重畠事象」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また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) 炉心損傷防止および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 地震と津波の重畠事象」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、最も耐力を有する収束シナリオは、出力運転時の炉心損傷防止、運転停止時の炉心損傷防止および出力運転時の格納容器損傷防止の3種類があるが、それぞれに共通する緩和手段があることから、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上で、余裕時間を確認する項目としては下表のとおり「消防ポンプを用いた復水タンクへ海水補給」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)

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	取り扱い及び考え方
補助給水による S G 給水（タービン動） <u>(消防ポンプを用いた復水タンクへの海水補給)</u>	<u>余裕時間評価対象</u> 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	<u>余裕時間評価対象外</u>
余熱除去ポンプによるブースティングおよび高圧注入による再循環炉心冷却（海水冷却） または低圧注入による再循環炉心冷却（海水冷却）	設置許可の有効性評価において制限時間が 55 時間以上と評価されており十分に長いため。
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（海水冷却）	<u>余裕時間評価対象外</u> 炉心損傷以降に必要となる手段であることから、炉心損傷を防止できる時間を確認することで定性的に考察する。

また、余裕時間の定義については、下式のとおりとする。

$$\text{余裕時間} = \text{復水タンク枯渇時間} - \frac{\text{消防ポンプを用いた復水タンクへの海水補給の準備完了時間}}{1}$$

2) 解析による制限時間の確認

2-1) 解析条件

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、解析コードを用いた事象進展解析を実施する。解析条件については下表のとおり。

主要な解析条件

項目	評価条件	考え方
解析コード	M-RELAP5	本評価シナリオと同種事象の有効性評価に用いた解析コード。
起因事象	SBO + CCW 喪失	地震津波重畠の格納容器損傷評価（別紙3.1.4.2.3(1)-5における収束シナリオ考慮。（地震加速度 1.26G、津波高さ 15m）
RCP シールからの漏えい	健全	シール LOCA ありケースに比べて 2 次系冷却の寄与が大きく、復水タンク水源の枯渇が早くなると考えられるため、余裕時間を厳しくする観点で設定。
蓄圧タンク	機能喪失	1.18G を超える地震加速度により損傷することを想定。
直流電源	機能喪失	1.19G を超える地震加速度により蓄電池が損傷し直流電源の喪失を想定。
タービン動補助給水ポンプ	事象発生の 50 分後に起動	直流電源喪失に伴い自動起動せず、運転員による手動起動を想定。
復水タンク水量	747m ³	運用管理値として設定。
2 次系強制冷却開始（主蒸気逃がし弁開）	事象発生から 75 分後	タービン動補助給水ポンプの手動起動後に実施することを想定。

本表に記載されていない主要な解析条件については、設置変更許可における有効性評価「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」と同じ。

2-2) 解析結果および事象進展

本評価シナリオにおいては、運転員が事象発生の 50 分後に現場にてポンプを手動起動した後、事象発生の 75 分後に主蒸気逃がし弁の開放による 2 次系強制冷却を開始する。その後、2 次系強制冷却の効果により 1 次系の減温、減圧が進むが、本評価シナリオにおいて蓄圧タンクは地震による機能喪失を仮定しているため蓄圧タンクによる注入はなく、事象発生の約 8.4 時間後に 1 次系冷却材圧力約 1.7MPa[gage]に到達した後、その状態を維持する。

事象発生から約 17.2 時間後には 2 次系冷却の水源である復水タンクが枯渇するため、主蒸気逃がし弁を閉止することにより 2 次系強制冷却を停止する。その後、1 次系の温度・圧力が一旦上昇するが、それに伴い 2 次系圧力が上昇し主蒸気安全弁からの蒸気放出が開始されることで 1 次系の温度・圧力の上昇は抑えられる。

主蒸気安全弁からの蒸気放出が継続すると蒸気発生器の保有水量が徐々に減少し、除熱効果が得られなくなると再び 1 次系の温度・圧力が上昇し、事象発生後約 28.9 時間で燃料被覆管温度が 1200°C に到達し、炉心損傷に至る。

以上の事象進展について別紙 3.1.4.3.1(2)-2 に示す。

また、炉心損傷以降の挙動としては、有効性評価における格納容器破損防止シーケンスのうち「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」と同様の事象進展になると考えられる。したがって、格納容器圧力・温度の上昇に対して代替格納容器スプレイによる格納容器内注水を行うとともに、長期冷却の観点では、屋外作業を伴う大容量ポンプを用いた格納容器内自然対流冷却を実施することができれば、長期的な格納容器の健全性を維持できる。

3) 屋外作業時間の評価

3.1) アクセスルートの選定

消防ポンプについては、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、消防ポンプから復水タンクまでのホース敷設の最短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－5に記載する。

第3.1.4.3.1.1図 保管場所およ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) 邑上解析による検証」の結果を踏まえると、事象発生の約2時間後には津波は防潮堤内から外部へ排出され、潮位はほぼ通常時の高さに戻る結果となっている。

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、津波邑上範囲での作業着手を5時間後からとした。

ただし、発電所敷地内で標高が高く、津波が邑上しなかつた範囲については、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 15%以下とする。
- ・アクセスルートの復旧に要する時間は、被害想定とともに、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、下表のとおりとする。

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→⑧までを 9 時間 10 分(約 9.2 時間)にて復旧可能である。

参考資料－5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）継続のための復水タンク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11.7時間で準備完了となる。

手順の項目	要員(数) ^{※2} (作業に必要な 要員数)	手順の内容 (現場作業)	経過時間(時間)												備考
			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
アクセスルート復旧 (津波防浸水箇所)	緊急安全対策要員 1	ブルドーザによる移動及び復旧	2.1												□: 制限時間
避難所構内津波浸水箇所の 影響考慮	—	津波による影響及び監視のため、避難所構内津波 浸水箇所のアクセスルートを復旧しない期間	5.0		5.5	6時間									
アクセスルート復旧 (津波浸水箇所)	緊急安全対策要員 +召集要員 1	ブルドーザによる移動及び復旧			4.2										
消防ポンプを用いた海水の 復水タンクへの補給【3号 機】	緊急安全対策要員 +召集要員 +召集役員 (技術系所員等) 6	移動				0.3									2次系冷却循環のための海水 の復水タンク補給開始は、解説で仮定している時 間(17.2時間)までに対応 が可能である。
		消防ポンプ・ホース等連解				1.0									
		消防ポンプ・ホース配備				0.0									
		消防ポンプ起動操作				0.2									
		移動				0.3									
		海水タンクドレン弁開放				0.1									

※1：消防ポンプを用いた海水の復水タンクへの補給作業は、召集要員の登場時間に余裕を見込み事業終了後時間以降から開始とした。

※2：要員については6時間後に3名以上が順次到着するため、制限時間内に実行する確度が向上する。

作業完了：11.7時間後^{※3}

第 3.1.4.3.1.3 図 2 次系冷却継続のための海水の復水タンク補給の対応手順
と所要時間

参考資料－5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タンク補給の屋外作業
場所

4) 余裕時間の評価

2)項の制限時間および 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。結果は下表のとおりであり、炉心損傷防止にかかる対策は、制限時間内に対して 5 時間の余裕があることを確認した。

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 17.2 時間 (復水タンク枯渇時間)	約 11.7 時間 (消防ポンプによる復水タンクへの 海水補給)	約 5 時間 (5.5 時間)

この余裕時間に対しては、自然現象の持つ不確実さに対して十分とは考えにくいため、今後の安全性向上の観点で、炉心損傷防止対策にかかる余裕時間をさらに確保する方策を検討し、事故対応能力の向上を図ることが有効であると考える。(3.1.4.4 参照)

なお、格納容器損傷防止にかかる対策に関しては、仮に炉心損傷防止対策が実施できなかったとしても炉心損傷まで約 28.9 時間であり、さらに格納容器内の温度・圧力の上昇時間をその時間に加味できることを考慮すると、大容量ポンプを用いた格納容器内自然対流冷却等の屋外作業を伴う緩和手段については、十分な時間余裕があるものと考える。

(3) 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

本評価は、「3.1.4.2.3 地震と津波の重畠事象」で評価した、使用済燃料ピットの燃料損傷防止対策のクリフェッジである地震加速度 1.26G 及び津波高さ 15m での収束シナリオのうち、「消防ポンプによる海水注水」の時間余裕を確認する。

また、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冷却機能喪失が発生し、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消防ポンプ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。

これを踏まえ、本評価では下式に示す余裕時間を確認する。

$$\text{余裕時間} = \frac{\text{使用済燃料ピット水位が放射線の遮蔽が維持できる最低水位まで低下する時間}}{\text{消防ポンプによる海水注水の準備完了時間}}$$

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(3)-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々々に上昇し、約9時間で100°C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2.1日後である。

以上を踏まえ、「消防ポンプによる海水注水」の制限時間については約2.1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

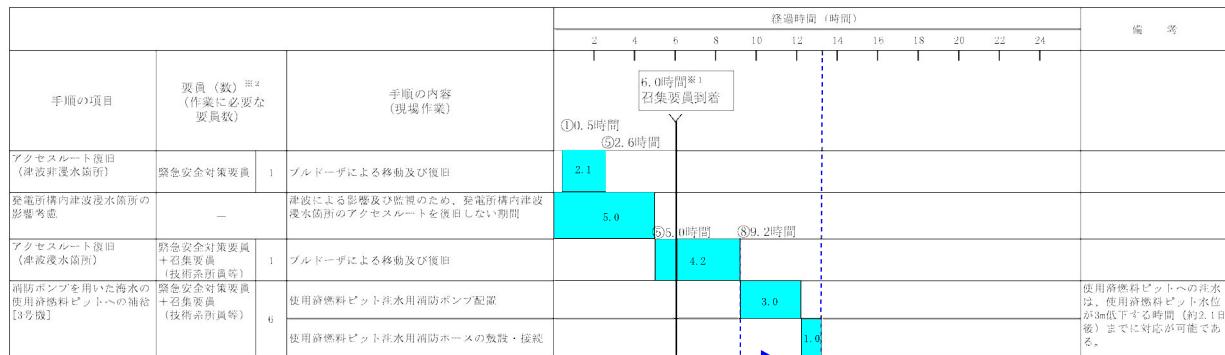
消防ポンプについては、斜面崩壊や津波による浸水の影響を考慮し、第3.1.4.3.1.7図に示す保管場所に設置されているものを使用する。また、取水ポイントについては最短ルートを考慮し、第3.1.4.3.1.5図に示すとおり3, 4号機海水ポンプエリアとする。

参考資料－5に記載する。

第3.1.4.3.1.5図 保管場所およびアクセスルート図

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「炉心損傷防止および格納容器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3.1.4.3.1.6図、第3.1.4.3.1.7図に示すとおり、約13.2時間で準備完了となる。



※1：消防ポンプを用いた海水の使用済燃料ピットへの補給作業は、召集要員の募集時間に余裕を見込み事象発生後6時間以降から開始とした。

※2：要員については6時間後に38名以上が順次到着するため、制限時間内に実行する程度が求められる。

※3：新規削基準備時と同様に、要員負荷整減の観点から使命時間に対して1時間の余裕を確保する。

作業完了：13.2時間後^{※3}

使用済燃料ピットへの注水は、使用済燃料ピット水位が3m低下する時間(約2.1日後)までに対応が可能である。

第3.1.4.3.1.6図 使用済燃料ピットへの消防ポンプによる海水注水の対応手順と所要時間

参考資料－5に記載する。

第 3.1.4.3.1.7 図 使用済燃料ピットへの消防ポンプによる海水注水の屋外作業場所

4) 余裕時間の評価

2)項の制限時間および 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。結果は下表のとおり約 37 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。

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 2.1 日 (約 51 時間 (最低水位までの 低下時間))	約 13.2 時間 (消防ポンプによる使用済 燃料ピットへの海水注水)	約 37 時間 (37.8 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、復水タンクの枯渇時間を評価する。

(2) 継続時間評価

本評価においては「3.1.4.3.1(2) 炉心損傷防止および格納容器損傷防止にかかる余裕時間」で取り扱うシナリオに対して、復水タンクへの海水補給準備を制限時間内に完了し、その後も海水補給を継続することで炉心損傷を防止するシナリオを想定し、その際に使用するガソリン量について評価を行う。

また、消防ポンプを用いた使用済燃料ピットへの海水補給も平行して実施することとなるため、その分の消費ガソリン量も評価を行う。なお、使用済燃料ピットへの必要給水量については、設置許可における想定事故 1 と同じく炉心から取り出された燃料が使用済燃料ピット内に保管されている状態を想定した保守的な値を用いる。

以上を踏まえ、継続時間の評価結果を行った結果は下表のとおりであり、7 日間の総消費量が備蓄量を下回ることから、当該の緩和手段を 7 日間継続することができる。(評価の詳細については別紙 3.1.4.3.2(2)-1 参照)

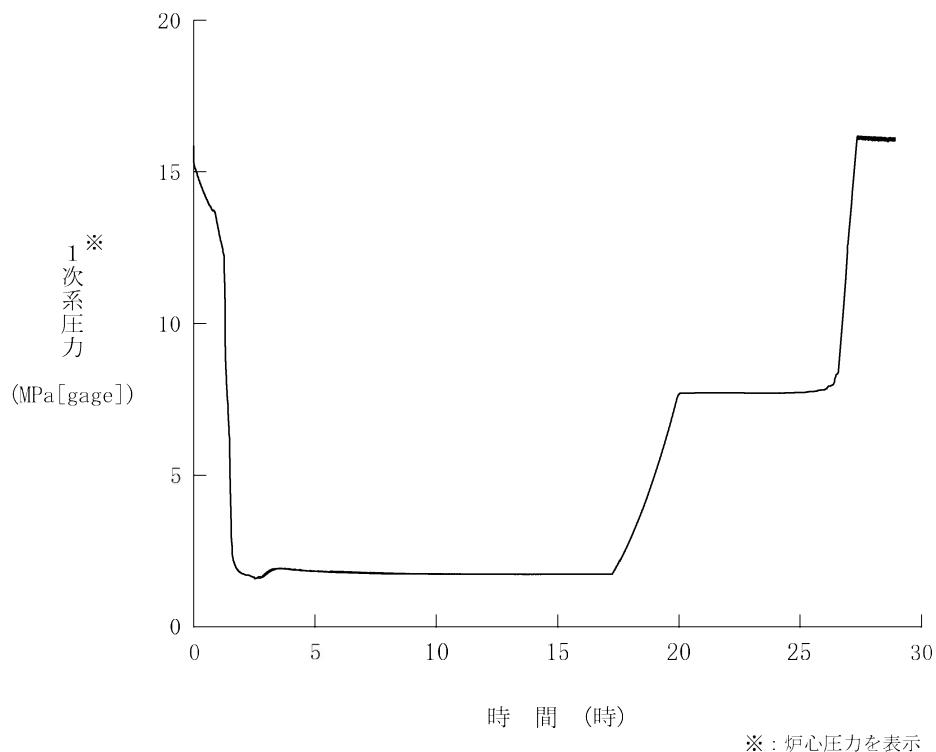
炉心損傷防止、格納容器損傷防止および使用済燃料ピットの燃料損傷防止
シナリオにおけるガソリン消費量の評価結果

緩和手段	7日間消費量	総消費量	備蓄量
補助給水による蒸気発生器への給水 (消防ポンプによる復水タンクへの補給)	1,643L	2,918L	12,150L
消防ポンプによる使用済燃料ピットへの海水補給	1,275L		

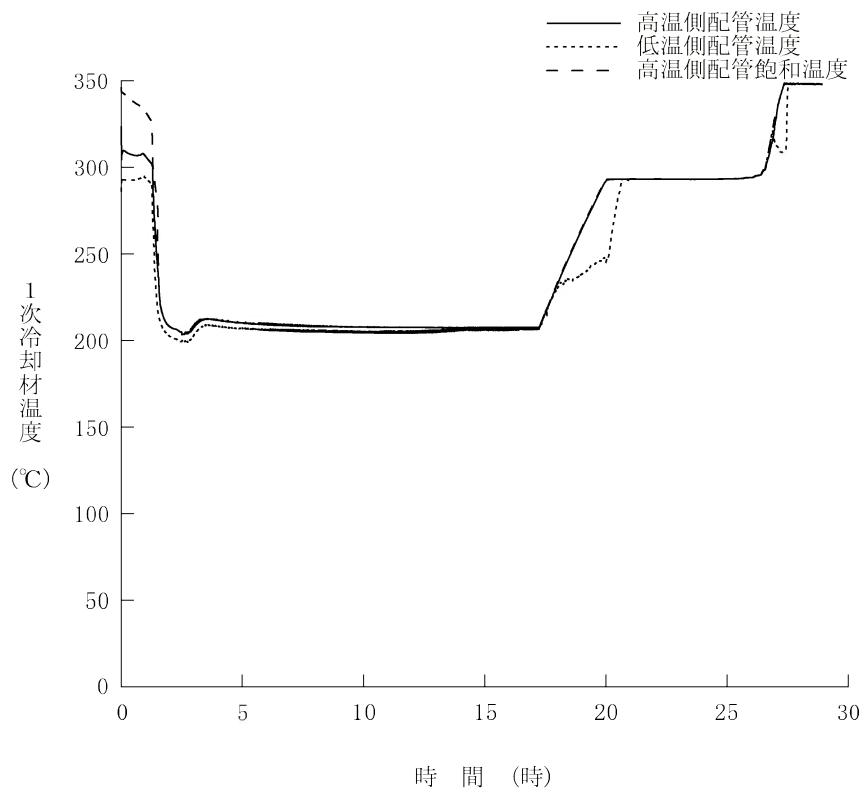
緩和手段 (イベントツリーのヘディング)	主な 操作場所	出力時 炉心損傷防止 (1.18G,15m)	停止時 炉心損傷防止 (1.19G,15m)	出力時 CV損傷防止 (1.26G,15m)	評価シナリオにおける考え方
補助給水によるSG給水 (タービン動)	屋内 および 屋外	○	—	△ (手動起動可)	<p>・1.19Gを超えた場合は、バッテリーの機能喪失によりタービン動補助給水ポンプが自動起動できないが、手動により起動できるため手動起動を想定する。</p> <p>余裕時間を確認する項目</p> <p>・SG給水は復水タンク枯渇まで実施できるとし、炉心損傷防止の観点で、屋外作業である消防ポンプを用いた補給(海水)までの余裕時間を事象進展解析により確認する。</p>
主蒸気逃がし弁による熱放出	屋内	○	—	○	機能喪失しない。
蓄圧注入による炉心への注入	屋内	○	—	×	1.18Gを超えた場合は機能喪失する。
空冷式非常用発電装置からの給電	屋内	○	○	△ (手動で電路確保)	1.19Gを超えた場合は、バッテリーの機能喪失により中央制御室からの遠隔操作による電路確保ができないが、現地での手動による電路確保を想定する。
恒設代替低圧注水ポンプによる原子炉への注水	屋内	— (※1)	○	○	<p>機能喪失しない。</p> <p>※1: シールLOCAありシナリオでは期待する。(以下同様)</p>
大容量ポンプによる補機冷却	屋外	— (※1) (※2)	○ (※2)	—	※2: 設置許可の有効性評価において制限時間が55時間以上と十分に長いことを評価済であり確認項目としない。 (以下同様)
余熱除去ポンプによるブースティングおよび高圧注入による再循環炉心冷却(海水冷却) または低圧注入による再循環炉心冷却(海水冷却)	屋内 および 屋外	— (※1) (※2)	○ (※2)	—	
格納容器隔離	屋内	—	—	○	機能喪失しない。
イグナイタおよびPARによる水素処理	屋内	—	—	○	機能喪失しない。
加圧器逃がし弁(窒素ポンベ) 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	—	—	— (※3)	※3: 炉心損傷以降に必要となる手段であることから、炉心損傷を防止できる時間を確認することで定性的に考察する。
格納容器内自然対流冷却 (海水冷却)	屋外	— (※1)	○ (※2)	○ (※3)	

<使用可否にかかる凡例>
 ○: 期待できる
 △: 条件付きで期待できる
 ×: 地震または津波により損傷
 —: シナリオ上期待しない

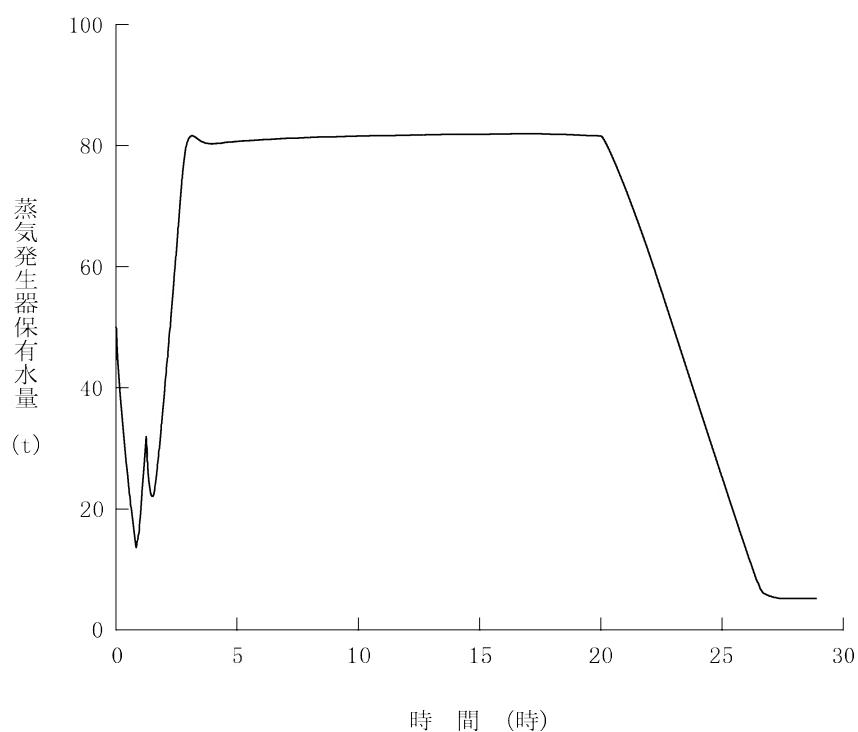
各収束シナリオにおける緩和手段の使用可否一覧



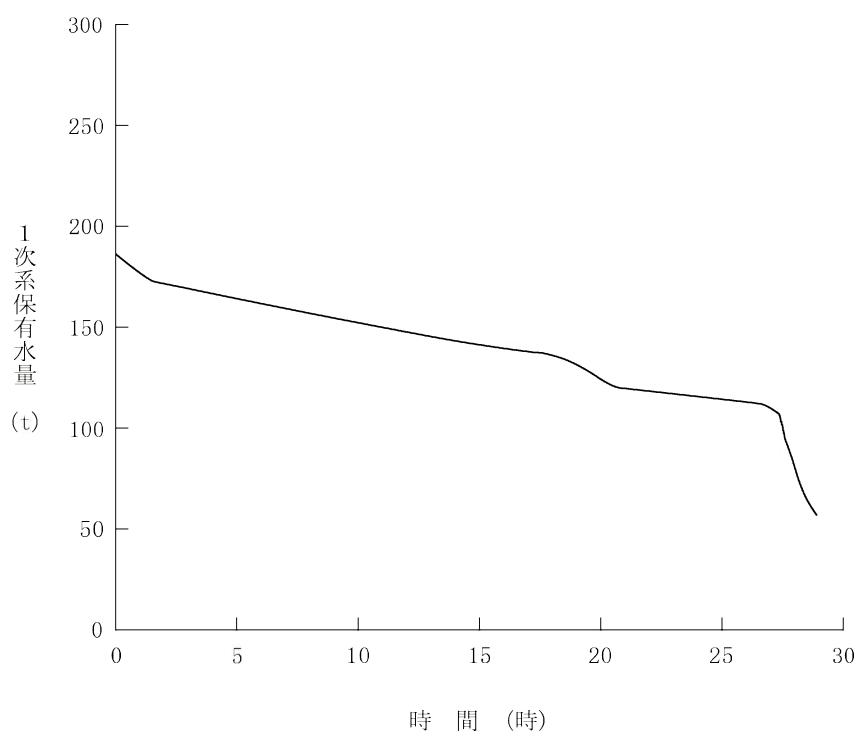
1 次系圧力の推移 (SBO + RCP シールリーク + 蓄圧注入失敗)



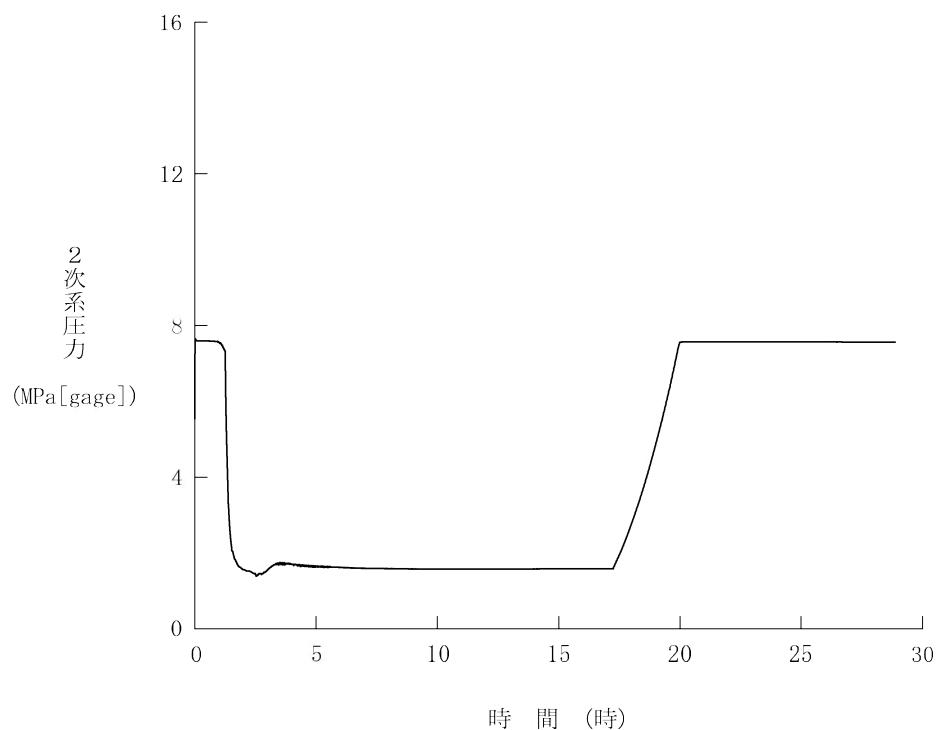
1 次冷却材温度の推移 (SBO + RCP シールリーク + 蓄圧注入失敗)



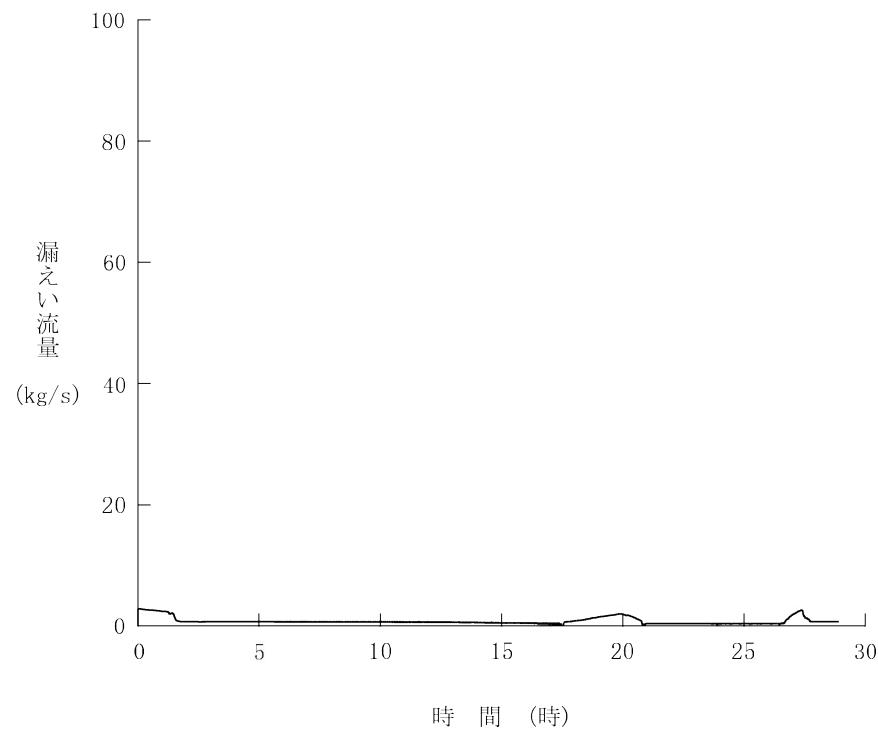
蒸気発生器保有水量の推移 (S B O + R C P シールリーク + 蓄圧注入失敗)



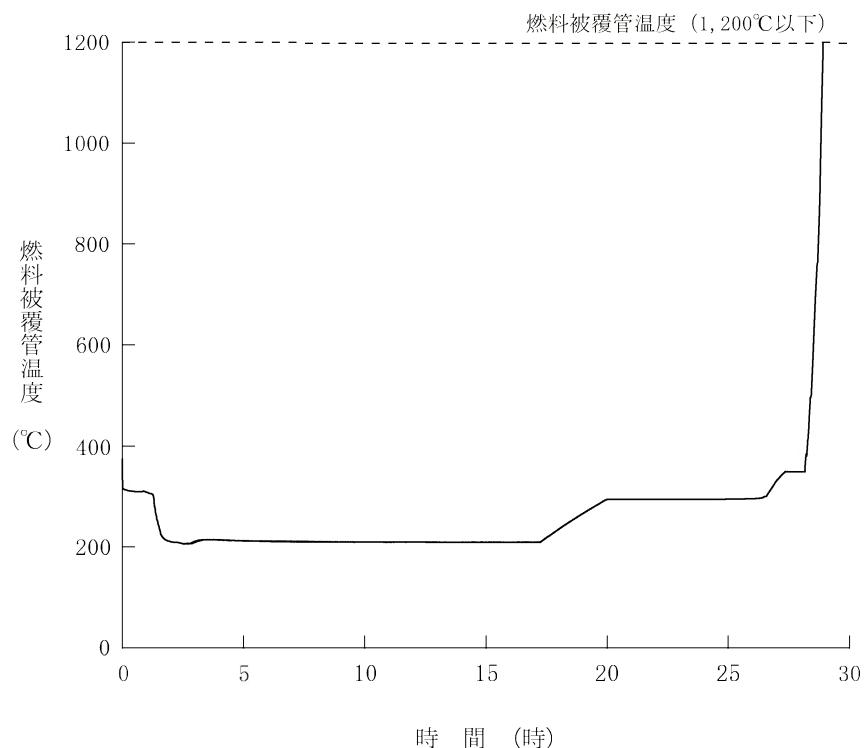
1次系保有水量の推移 (S B O + R C P シールリーク + 蓄圧注入失敗)



2次系圧力の推移 (SBO+RCPシールリーク+蓄圧注入失敗)



漏えい流量の推移 (SBO+RCPシールリーク+蓄圧注入失敗)



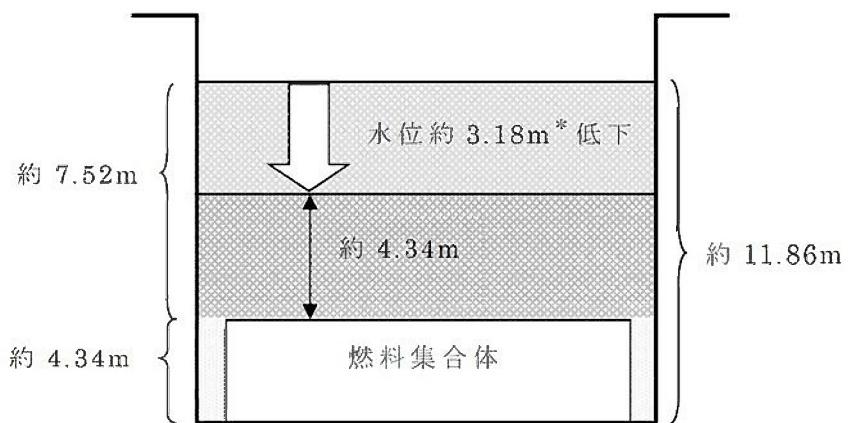
燃料被覆管温度の推移 (S B O + R C P シールリーク + 蓄圧注入失敗)

第 7.3.1.2 表 「想定事故 1」の主要評価条件（使用済燃料ピット冷却系及び補給水系の故障）（1／2）

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	10.408MW	核分裂生成物が多く崩壊熱が高めとなるよう、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過去に取出されれた燃料（1、2、4（3）号炉分含む。）を合せて、使用済燃料ピット貯蔵容積満杯にした保管した状態を設定。なお、МОХ燃料の使用も考慮したものとしている。崩壊熱の計算に当たっては、FP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°C	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 7.34m	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3.18mであり、評価に使用する水位低下量を保守的にする。これにより、使用済燃料ピット水位は燃料頂部より7.52mであるが、初期水位を燃料頂部より7.34mと設定。
使用済燃料ピットに隣接するピットの状態	Aピット、Bピット、燃料取替キヤ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°Cまで上昇する時間の評価は、Aピットのみを考慮し設定。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。

第 7.3.1.2 表 「想定事故 1」の主要評価条件（使用済燃料ビット冷却系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 関連する機器等条件に よる最低水位	放射線の遮蔽が維持できる 燃料頂部から約 4.34 m	使用済燃料ビット中央水面の線量率が燃料取替時の遮蔽設計基準値（0.15 mSv/h）となる水位を設定。
消防ポンプの使用済燃料 ビットへの注水流量	20 m ³ /h	崩壊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。
重大事故等操作条件に よる注水開始	事象発生の 6 時間 30 分後	使用済燃料ビ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 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 ピット	約 378m ³
A ピット - 燃料検査ピット間	約 6m ³
燃料検査ピット	約 97m ³
A ピット - 燃料取替用キャナル間	約 6m ³
燃料取替用キャナル	約 32m ³
燃料取替用キャナル - B ピット	約 6m ³
B ピット	約 216 m ³
計	約 741m ³
②崩壊熱による保有水蒸発水量	約 17.33 m ³ /h
③3m*水位低下時間 (① / ②)	約 1.7 日間
④水温 100°Cまでの時間	約 9 時間
合計 (③ + ④)	約 2.1 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 3.18m であり、評価に使用する水位低下量を保守的に 3m とした。

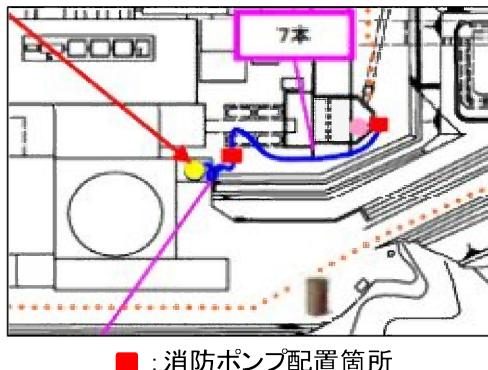
第 7.3.1.4 図 「想定事故 1」の使用済燃料ピット水位低下時間評価結果

燃料消費量の算出結果 (消費量=台数×(使用完了-使用開始)×実燃費)

機器名	台数 (※1)	使用開始(h)	使用完了(h)	実燃費(L/h) (※2)	消費量(L)
復水タンク補給用 消防ポンプ	2	17.2	168	8.50	2,564
SFP給水用 消防ポンプ	3	51.0	168	3.63	1,275
					合計 3,839

※1: 消防ポンプ使用台数の根拠

復水タンク補給用については右図のルートを想定していることから、2台とする。



■ : 消防ポンプ配置箇所

SFP用給水用については右図のルートを想定していることから、3台とする。



○ : 消防ポンプ配置箇所

※2: 実燃費の算出根拠

$$\text{実燃費} = \frac{\text{必要給水量}}{\text{ポンプ定格容量}} \times \text{燃料消費率}$$

機器名	必要給水量 (m³/h)	ポンプ 定格容量 (m³/h)	消費率 (L/h)	実燃費 (L/h)
復水タンク補給用 消防ポンプ	30	46.8	8.5	5.45
SFP給水用 消防ポンプ	20	46.8	8.5	3.63

炉心損傷防止および使用済燃料ピットの燃料損傷防止にかかる
継続時間評価の結果について

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) 余裕時間評価を踏まえた大規模損壊手順書の充実

「3.1.4.3.1 余裕時間に関する評価」より、地震と津波の重畠事象が発生した状況においては、地震随伴斜面崩壊による土砂の発生や、津波遡上による漂流物の発生等により屋外アクセスルートが影響を受けることを確認した。これらの自然現象による影響には、大量の土砂や漂流物の発生及び津波引き時間の長期化といった不確実さが存在する。

したがって、作業に要する時間を短縮する、あるいは作業を完了するまでの制限時間を延長することにより、更なる余裕時間を確保することが炉心損傷防止等に有用となる。

このうち、作業を完了するまでの制限時間を延長する観点では、既に大規模損壊対応手順として整備済みの「消火水バックアップタンクによる復水タンク補給」の活用が有効と見込まれることから、今後、クリフェッジ条件下での成立性を検証し、時間延長の効果を確認した上で、その結果を手順書に反映して充実させる等により、事故対応能力の向上を図る。(第 3.1.4.4.1 図)

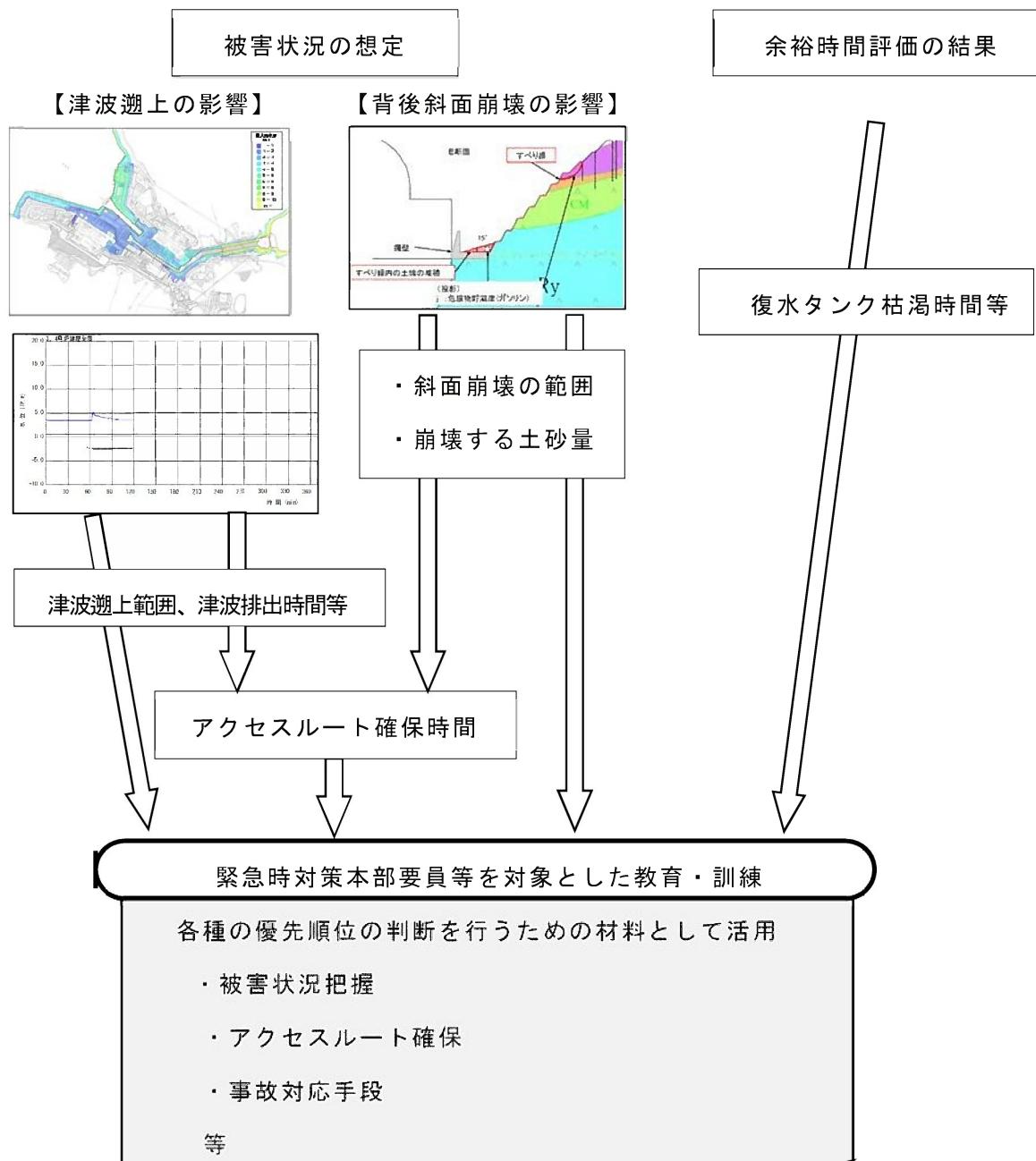


第 3.1.4.4.1 図 消火水バックアップタンクによる復水タンク補給の概要

(2) 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、地震と津波の重畠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 3.1.4.4.2 図)



第 3.1.4.4.2 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