

第3.1.3.4-1表 津波出力運転時PRA実施のために収集した情報及び主な情報源

| | PRAの実施項目 | 収集すべき情報 | 主な情報源 | | | | | | | | | | |
|---|--|--|---|-----------------|----------|---|--|----------|-------------|------------------------|---------------|------------------|--|
| 1 | プラントの設計・運転の把握 | PRA実施に当たり必要な設計、運転管理に関する情報 | <ul style="list-style-type: none"> ・内部事象出力運転時PRAで使用した設計図書(原子炉設置許可申請書、工事計画認可申請書、配管計装線図、電気系統図、プラント機器配置図、保安規定、運転基準) ・全体機器配置図、海水ポンプウェル全体図、建具配置図、換気空調設備図、構内配置図、海水ポンプ室竣工図、プラントウォーターダウン ・津波被害事例(東北地方太平洋沖地震の情報等) | | | | | | | | | | |
| 2 | 確率論的津波ハザード評価 | 対象サイトに影響を与える津波を発生させる地震発生様式に関する情報 | <ul style="list-style-type: none"> ・文献調査結果 ・地質調査結果 | | | | | | | | | | |
| 3 | 建屋・機器フラジリティ評価 | プラント固有の建屋・機器の耐力評価並びに応答評価に関する情報 | <ul style="list-style-type: none"> ・上記1の情報源 ・過去の津波遡上に関する文献 | | | | | | | | | | |
| 4 | 事故シーケンス評価 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">a)事故シナリオの分析と起因事象の分類</td> <td>津波時に想定されるプラント状態</td> <td>・上記1の情報源</td> </tr> <tr> <td>b)事故シーケンスの分析 ・成功基準の設定 ・イベントツリーの作成</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・安全系などのシステム使用条件 ・システムの現実的な性能 ・運転員による緩和操作 </td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">・上記1の情報源</td> </tr> <tr> <td>c)システムのモデル化</td> <td>対象プラントに即した機器故障モード、運転形態</td> </tr> <tr> <td>d)事故シーケンスの定量化</td> <td>評価結果の妥当性を確認できる情報</td> </tr> </table> | a)事故シナリオの分析と起因事象の分類 | 津波時に想定されるプラント状態 | ・上記1の情報源 | b)事故シーケンスの分析 ・成功基準の設定 ・イベントツリーの作成 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全系などのシステム使用条件 ・システムの現実的な性能 ・運転員による緩和操作 | ・上記1の情報源 | c)システムのモデル化 | 対象プラントに即した機器故障モード、運転形態 | d)事故シーケンスの定量化 | 評価結果の妥当性を確認できる情報 | |
| a)事故シナリオの分析と起因事象の分類 | 津波時に想定されるプラント状態 | ・上記1の情報源 | | | | | | | | | | | |
| b)事故シーケンスの分析 ・成功基準の設定 ・イベントツリーの作成 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全系などのシステム使用条件 ・システムの現実的な性能 ・運転員による緩和操作 | ・上記1の情報源 | | | | | | | | | | | |
| c)システムのモデル化 | 対象プラントに即した機器故障モード、運転形態 | | | | | | | | | | | | |
| d)事故シーケンスの定量化 | 評価結果の妥当性を確認できる情報 | | | | | | | | | | | | |

第3.1.3.4-2表 津波による損傷・機能喪失要因、対象SSCの種類及びフラジリティ評価対象の要否 (1/4)

| 津波による損傷・機能喪失要因 | 左記要因の検討対象となるSSCの種類 (主要なSSC) | 検討内容 | 結果* |
|----------------|--|---|-----|
| 被水・没水 | 動的・電気的設備(電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等) | フラジリティ評価対象 | ○ |
| 波力 | 動的・電気的設備(電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等) | 屋外設置の設備:フラジリティ評価対象(但し、「被水・没水」のフラジリティ評価結果で代表可能な場合は、当該要因に対するフラジリティ評価は実施しない。) | △ |
| | | 屋内設置の設備:当該損傷要因の影響はないと考えられるため、フラジリティ評価対象外となる。 | × |
| | 静的設備(タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等) | 屋外設置の設備:フラジリティ評価対象(但し、「波力」を直接受けることがないような対策を施した設備は対象外とする。) | △ |
| | | 屋内設置の設備:当該損傷要因の影響はないと考えられるため、フラジリティ評価対象外となる。 | × |
| | 建屋開口部建具(扉、シール等の浸水対策を実施した建具等) | 開口部の浸水対策(貫通部シール)がフラジリティ評価対象となる。 | ○ |
| | 建物・構築物(取水口を含む) | 原子力発電所の建屋・構築物は地震等を考慮し基本的に強固な構造であるので、津波波力により損傷することは考えにくい。損傷を考慮したとしても、建屋全体が崩壊することなく、損傷箇所からの流入による被水・没水の影響に包含される。したがって、建屋構築物については、フラジリティ評価対象外とする。 | × |
| | 防波堤、防護堤 | 玄海4号機には防波堤、防護堤は設置されていない。 | × |

*:○:フラジリティ評価対象、△:SSCごとにフラジリティ評価対象／対象外を判断、×:フラジリティ評価対象外

第3.1.3.4-2表 津波による損傷・機能喪失要因、対象SSCの種類及びフラジリティ評価対象の要否 (2/4)

| 津波による損傷・機能喪失要因 | 左記要因の検討対象となるSSCの種類 (主要なSSC) | 検討内容 | 結果* |
|----------------|--|--|-----|
| 流体力 | 「波力」と同じ。 | 「波力」と同じ。(但し、影響が「波力」に対して軽微であると考えられる場合には、「波力」に包含されるものとして取り扱う。) | △ |
| 浮力 | 動的・電気的設備(電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等) | 屋外設置の設備:フラジリティ評価対象(但し、「被水・没水」のフラジリティ評価結果で代表可能な場合は、当該要因に対するフラジリティ評価は実施しない。) | △ |
| | | 屋内設置の設備:屋外設備と同じ。(但し、建屋浸水時のみ。) | △ |
| | 静的設備(タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等) | 屋外設置の設備:フラジリティ評価対象(但し、基礎部の耐力(基礎ボルトの引張強さなど)に対して軽微である場合には、フラジリティ評価対象外とする。) | ○ |
| | | 屋内設置の設備:屋外設備と同じ。(但し、建屋浸水時のみ。) | ○ |

*:○:フラジリティ評価対象、△:SSCごとにフラジリティ評価対象／対象外を判断、×:フラジリティ評価対象外

第3.1.3.4-2表 津波による損傷・機能喪失要因、対象SSCの種類及びフラジリティ評価対象の要否 (3/4)

| 津波による損傷・機能喪失要因 | 左記要因の検討対象となるSSCの種類 (主要なSSC) | 検討内容 | 結果* |
|----------------|--|---|-----|
| 漂流物衝突 | 動的・電気的設備(電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等) | 屋外設置の設備:フラジリティ評価対象(但し、「被水・没水」のフラジリティ評価結果で代表可能な場合は、当該要因に対するフラジリティ評価は実施しない。) | △ |
| | | 屋内設置の設備:直接的に建屋内の設備に衝突するはないため、フラジリティ評価対象外となる。 | × |
| | 静的設備(タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等) | 屋外設置の設備:フラジリティ評価対象(但し、衝突可能性等を考慮し、フラジリティ評価の実施要否を検討する。) | △ |
| | | 屋内設置の設備:直接的に建屋内の設備に衝突するはないため、フラジリティ評価対象外となる。 | × |
| | 建屋開口部建具(扉、シール等の浸水対策を実施した建具等) | 建屋開口部建具の面積は想定される漂流物に対して小さいため、津波発生確率・漂流物の発生確率・到達確率に衝突時の損傷確率を考慮すると、漂流物衝突により影響を受ける確率は極めて小さいものと考えられる。したがって、建屋開口部建具はフラジリティ評価対象外とする。 | × |
| | 建物・構築物(取水口を含む) | 原子力プラントの建屋・構築物は地震等を考慮し基本的に強固な構造であるので、漂流物衝突により損傷することは考えにくい。損傷を考慮したとしても、建屋全体が崩壊することなく、損傷箇所からの流入による被水・没水の影響で包含される。したがって、建屋構築物については、フラジリティ評価対象外とする。 | × |
| | 防波堤、防護堤 | 玄海4号機には防波堤、防護堤は設置されていない。 | × |

3.1.3-600

*:○:フラジリティ評価対象、△:SSCごとにフラジリティ評価対象／対象外を判断、×:フラジリティ評価対象外

第3.1.3.4-2表 津波による損傷・機能喪失要因、対象SSCの種類及びフラジリティ評価対象の要否 (4/4)

| 津波による損傷・機能喪失要因 | 左記要因の検討対象となるSSCの種類 (主要なSSC) | 検討内容 | 結果* |
|----------------|--|---|-----|
| 引き津波による水位低下 | 海水を取水するポンプ | フラジリティ評価対象(ほかの要因と異なり、ある特定のマイナス水位(許容最低水位)に対する評価となる。) | ○ |
| 海底砂移動 | 海水を取水するポンプ | フラジリティ評価対象 | ○ |
| 洗掘 | 動的・電気的設備(電動ポンプ、タービン動ポンプ、電動弁、空気作動弁、電動ダンパ、空気作動ダンパ、計器、発電機、電気盤、変圧器等) | 屋外設置の設備; フラジリティ評価対象(但し、「被水・没水」のフラジリティ評価結果で代表可能な場合は、当該要因に対するフラジリティ評価は実施しない。) | △ |
| | | 屋内設置の設備; 当該損傷要因の影響はないと考えられるため、フラジリティ評価対象外となる。 | × |
| | 静的設備(タンク、手動弁、逆止弁、配管、手動ダンパ、逆止ダンパ、ダクト、ストレーナ等) | 屋外設置の設備; 静的設備のうち、タンクのみがフラジリティ評価対象となる。(但し、基礎の状況等も考慮し、フラジリティ評価の実施要否を検討する。) | △ |
| | | 屋内設置の設備; 当該損傷要因の影響はないと考えられるため、フラジリティ評価対象外となる。 | × |
| | 建物・構築物(取水口を含む) | 安全上重要な建屋・構築物は一般建築物に比べて基礎面積が大きいこと、地表面から基礎底面までの深さが大きいことを考えると、洗掘により建屋・構築物が傾斜や倒壊に至ることが考えられない。したがって、建屋・構築物はフラジリティ評価対象外とする。 | × |
| | 防波堤、防護堤 | 玄海4号機には防波堤、防護堤は設置されていない。 | × |

*: ○: フラジリティ評価対象、△: SSCごとにフラジリティ評価対象／対象外を判断、×: フラジリティ評価対象外

第3.1.3.4-3表 起因事象のスクリーニング結果（1/8）

| 起因事象 | スクリーニング① ^{*1} の結果 (スクリーニング② ^{*2} の 対象要否) | 検討内容 |
|----------------------------------|--|--|
| 原子炉容器破損 | × | 原子炉容器は原子炉格納容器内にあり、海水の流入がないため、波力を直接受けることは考え難く、影響は受けないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。 |
| 大破断LOCA | × | 当該事象の発生要因となる配管は原子炉格納容器内にあり、海水の流入がないため、波力を直接受けることは考え難く、影響は受けないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。 |
| 中破断LOCA | × | 大破断LOCAと同様であり、当該事象は対象外とする。 |
| 小破断LOCA | × | 大破断LOCAと同様であり、当該事象は対象外とする。 |
| 極小LOCA | × | 大破断LOCAと同様であり、当該事象は対象外とする。 |
| 加圧器逃がし弁 ／安全弁LOCA | ○ | 津波が原因で制御回路が誤動作し、加圧器逃がし弁が誤開して再閉止できない場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| インターフェイス システム LOCA (余熱除去系) | × | 津波が原因で制御回路が誤動作し、余熱除去ポンプ吸込側ラインの電動弁が誤開した場合には、当該事象が発生する可能性がある。しかし、国内PWRプラントでは、余熱除去ポンプ入口隔離弁は出力運転時にはNo Fuse Breaker(NFB)を切り引き運用としているため、津波が原因で制御回路が誤動作する可能性はなく、当該弁は誤開することはない。 また、当該事象の発生要因となる余熱除去ポンプ低温側注入ラインの逆止弁、余熱除去ポンプ高温側注入ラインの逆止弁は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、影響は受けないと考えられる。したがって、当該事象は対象外とする。 |

*1:スクリーニング①:国内のPWRプラント共通の観点でのスクリーニング

○:スクリーニング②が必要な事象

×:スクリーニング②が不要(スクリーニング①により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第3.1.3.4-3表 起因事象のスクリーニング結果 (2/8)

| 起因事象 | スクリーニング① ^{*1} の結果 (スクリーニング② ^{*2} の 対象要否) | 検討内容 |
|--|--|--|
| インターフェイス システム LOCA (充てん／抽出の アンバランス) | ○ | 津波が原因で制御回路が誤動作し、加圧器水位低信号による化学体積制御系抽出ラインの空気作動弁の自動閉止に失敗した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| インターフェイス システム LOCA (余熱除去系と充 てん／抽出のア ンバランス以外) | ○ | 津波が原因で制御回路が誤動作し、化学体積制御系余剰抽出ラインの電動弁及び空気作動弁が誤開した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 1次冷却材ポンプ 封水リーク | ○ | 津波により充てんポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 主給水流量喪失 | ○ | 津波により主給水ポンプ、復水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 負荷の喪失 | × | 大津波警報等により運転員が手動停止することも考えられるが、津波によるプラントへの影響がない場合は内的事象出力運転時PRAの範疇となる。一方、津波がプラントに影響を与える可能性がある場合には、原子炉は自動トリップする、又は津波到達までに原子炉を手動停止している可能性が高く、手動停止後に津波によるプラントへの影響があった場合には、その影響別に起因事象を分類可能である。したがって当該事象は対象外とする。 |

*1:スクリーニング①:国内のPWRプラント共通の観点でのスクリーニング

○:スクリーニング②が必要な事象

×:スクリーニング②が不要(スクリーニング①により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第3.1.3.4-3表 起因事象のスクリーニング結果 (3/8)

3.1.3-604

| 起因事象 | スクリーニング① ^{*1} の結果 (スクリーニング② ^{*2} の 対象要否) | 検討内容 |
|--------------------------|--|--|
| 主蒸気隔離弁の誤閉止(1 or 2 or 3弁) | ○ | 津波により主蒸気隔離弁、又は関連する電源設備等が損傷し、主蒸気隔離弁の1弁、2弁又は3弁が誤閉止した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 主蒸気隔離弁の誤閉止(全弁) | ○ | 津波により主蒸気隔離弁、又は関連する電源設備等が損傷し、主蒸気隔離弁全弁が誤閉止した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 過渡事象 | ○ | 津波により循環水ポンプ、復水器真空ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 主給水管破断 | × | 主給水管は原子炉格納容器内、又は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。また、津波が原因で制御回路が誤動作し、主給水管破断相当の事象が発生するような弁は無い。したがって、当該事象は対象外とする。 |
| 主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁上流) | ○ | 主蒸気管は原子炉格納容器内、又は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。しかし、津波により主蒸気逃がし弁、又は関連する電源設備等が損傷し、主蒸気逃がし弁が誤開して再閉止できなかつた場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |

*1:スクリーニング①:国内のPWRプラント共通の観点でのスクリーニング

○:スクリーニング②が必要な事象

×:スクリーニング②が不要(スクリーニング①により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第3.1.3.4-3表 起因事象のスクリーニング結果 (4/8)

| 起因事象 | スクリーニング① ^{*1} の結果 (スクリーニング② ^{*2} の 対象要否) | 検討内容 |
|----------------------|--|--|
| 主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁下流) | ○ | 主蒸気管は原子炉格納容器内、又は建屋内部にあるため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。しかし、津波により関連する電源設備等が損傷し、タービンバイパス弁が誤開して再閉止できなかつた場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがつて、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 蒸気発生器伝熱管破損 | × | 蒸気発生器伝熱管は原子炉格納容器内にあり、海水の流入がないため、波力を直接受けることは考え難く、津波による損傷は発生しないと考えられる。したがつて、当該事象は対象外とする。 |
| 外部電源喪失 | ○ | 津波により変圧器等の外部電源設備が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがつて、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 制御用空気系の部分喪失 | ○ | 津波により制御用空気圧縮機等が損傷し、制御用空気系の1ヘッダへの圧縮空気供給機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがつて、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 制御用空気系の全喪失 | ○ | 津波により制御用空気圧縮機等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがつて、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |

*1:スクリーニング①:国内のPWRプラント共通の観点でのスクリーニング

○:スクリーニング②が必要な事象

×:スクリーニング②が不要(スクリーニング①により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第3.1.3.4-3表 起因事象のスクリーニング結果 (5/8)

| 起因事象 | スクリーニング① ^{*1} の結果 (スクリーニング② ^{*2} の 対象要否) | 検討内容 |
|----------------------|--|--|
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Aヘッダ) | ○ | 津波により原子炉補機冷却水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、原子炉補機冷却水系のAヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Bヘッダ) | ○ | 津波により原子炉補機冷却水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、原子炉補機冷却水系のBヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ) | ○ | 津波により原子炉補機冷却水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、原子炉補機冷却水系のCヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 原子炉補機冷却水系の全喪失 | ○ | 津波により原子炉補機冷却ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 原子炉補機冷却海水系の部分喪失 | ○ | 津波により海水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、原子炉補機冷却海水系の1ヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 原子炉補機冷却海水系の全喪失 | ○ | 津波により海水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |

*1:スクリーニング①:国内のPWRプラント共通の観点でのスクリーニング

○:スクリーニング②が必要な事象

×:スクリーニング②が不要(スクリーニング①により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第3.1.3.4-3表 起因事象のスクリーニング結果 (6/8)

| 起因事象 | スクリーニング① ^{*1} の結果 (スクリーニング② ^{*2} の 対象要否) | 検討内容 |
|----------------|--|--|
| 安全系高圧交流母線の部分喪失 | ○ | 津波により安全系高圧交流母線に関連する電気盤等の1系列が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 安全系高圧交流母線の全喪失 | ○ | 津波により安全系高圧交流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 安全系低圧交流母線の部分喪失 | ○ | 津波により安全系低圧交流母線に関連する電気盤等の1系列が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 安全系低圧交流母線の全喪失 | ○ | 津波により安全系低圧交流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 安全系直流母線の部分喪失 | ○ | 津波により安全系直流母線に関連する電気盤等の1系列が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 安全系直流母線の全喪失 | ○ | 津波により安全系直流母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |

*1:スクリーニング①:国内のPWRプラント共通の観点でのスクリーニング

○:スクリーニング②が必要な事象

×:スクリーニング②が不要(スクリーニング①により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第3.1.3.4-3表 起因事象のスクリーニング結果 (7/8)

| 起因事象 | スクリーニング① ^{*1} の結果 (スクリーニング② ^{*2} の 対象要否) | 検討内容 |
|------------------|--|---|
| 安全系計装用母線の部分喪失 | ○ | 津波により安全系計装用母線に関連する電気盤等の1系列が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 安全系計装用母線の全喪失 | ○ | 津波により安全系計装用母線に関連する電気盤等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 中央制御室空調系の喪失 | ○ | 津波により中央制御室空調系の機器又は、関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 安全補機開閉器室空調系の部分喪失 | ○ | 津波により安全補機開閉器室空調系の機器又は、関連する電源設備等が損傷し、安全補機開閉器室空調系の1ヘッダへの圧縮空気供給機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 安全補機開閉器室空調系の全喪失 | ○ | 津波により安全補機開閉器室空調系の機器又は、関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |

*1:スクリーニング①:国内のPWRプラント共通の観点でのスクリーニング

○:スクリーニング②が必要な事象

×:スクリーニング②が不要(スクリーニング①により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第3.1.3.4-3表 起因事象のスクリーニング結果 (8/8)

| 起因事象 | スクリーニング① ^{*1} の結果 (スクリーニング② ^{*2} の 対象要否) | 検討内容 |
|-------------|--|---|
| 空調用冷水系の部分喪失 | ○ | 津波により空調用冷水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷し、1ヘッダへの給水機能が喪失した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 空調用冷水系の全喪失 | ○ | 津波により空調用冷水ポンプ、又は関連する電源設備等が損傷した場合には、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 |
| 手動停止 | × | 大津波警報等により運転員が手動停止することも考えられるが、津波によるプラントへの影響がない場合には、内的事象出力運転時PRAの範疇となる。一方、津波がプラントに影響を与える可能性がある場合には、原子炉は自動トリップする、又は、津波到達までに原子炉を手動停止できる可能性も高く、手動停止後に津波によるプラントへの影響があった場合でも、その影響別に起因事象を分類可能である。したがって、当該事象は対象外とする。 |
| ATWS | × | 原子炉の停止機能は要求される使命時間が短いので、実際の津波を想定した場合には、「要因となった地震」、又は「津波警報を受けての手動停止」として達成される機能と考えられる。しかしながら、トリップの有無に関わらず、これらの機能喪失シーケンスは内部事象、地震のイベントツリーで代表されることから、津波においては対象外とする。 |
| 津波特有の事象 | ○ | 上述の他の起因事象以外に、津波により直接的に炉心損傷に至る事象等を津波特有の事故シナリオとして対象となる可能性がある。 |

*1:スクリーニング①:国内のPWRプラント共通の観点でのスクリーニング

○:スクリーニング②が必要な事象

×:スクリーニング②が不要(スクリーニング①により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (1/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|---|--|--|-------------------------------|--|
| 加圧器逃がし弁 ／安全弁LOCA | ○ | 1次系建屋内へ浸水した場合、加圧器逃がし弁に関連する電気盤(設置高さ: EL.+11.3m)が被水・没水により誤動作し、当該弁が誤開に至って当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |
| インターフェイス システムLOCA (充てん／抽出 のアンバランス) | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、抽出オリフィス出口内隔離弁に関連する電気盤(設置高さ: EL.+3.7m、損傷高さ: EL.+9.1m)及び抽出ライン第一/二止弁に関連する電気盤(設置高さ: EL.+3.7m、損傷高さ: EL.+9.1m)が被水・没水により誤動作し、当該弁が同時に閉失敗に至って当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (2/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|---|--|---|-------------------------------|--|
| インターフェイス システムLOCA (余熱除去系と 充てん／抽出の アンバランス以外) | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、余剰抽出ライ ン第一／二止弁に関連する電気盤(設置 高さ:EL.+11.3m)及び余剰抽出流量設定 弁に関連する電気盤(設置高さ: EL.+11.3m)が被水・没水により誤動作し、 当該弁が同時に誤開に至って当該事象 が発生する可能性がある。したがって、当 該事象は本スクリーニングでは除外しな い。 | × | 当該事象が発生した時に は、複数の信号系損傷が 発生しており、当該事象 は複数の信号系損傷に 包絡されるため、対象外と する。 |
| 1次冷却材ポン プ封水リーク | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、充てんポンプ (設置高さ: EL.-11.5m、損傷高さ: EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生す る可能性がある。したがって、当該事象は 本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時に は、複数の信号系損傷が 発生しており、当該事象 は複数の信号系損傷に 包絡されるため、対象外と する。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (3/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|--------------------------|--|--|-------------------------------|--|
| 主給水流量喪失 | ○ | タービン建屋に設置されている復水ポンプ(設置高さ: EL.-2.4m、損傷高さ: EL.+9.1m)が損傷した場合、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | ○ | 当該事象はタービン建屋内の機器の損傷で発生する可能性があるため、対象とする。 |
| 主蒸気隔離弁の誤閉止(1 or 2 or 3弁) | × | 主蒸気隔離弁の誤閉止(全弁)の代表である主蒸気隔離弁全弁に関連する電気盤は全て同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 主蒸気隔離弁の誤閉止(全弁) | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、主蒸気隔離弁全弁に関連する電気盤(設置高さ: EL.+11.3m)が被水・没水により誤動作し、当該弁が誤閉止に至って当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (4/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------------|--|---|-------------------------------|--|
| 過渡事象 | ○ | 屋外に設置されている循環水ポンプ(設置高さ:EL.+10.3m)、又はタービン建屋に設置されている復水器真空ポンプ(設置高さ:EL.+3.8m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷した場合、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、主給水流量喪失が発生しており、当該事象は主給水流量喪失に包絡されるため、対象外とする。 |
| 主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁上流) | ○ | 1次系建屋内へ浸水した場合、主蒸気逃がし弁に関連する電気盤(設置高さ:EL.+3.7m、損傷高さ:EL.+9.1m)が被水・没水により誤動作し、当該弁が誤開に至って当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (5/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------------|--|---|-------------------------------|--|
| 主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁下流) | ○ | タービン建屋内に設置されているタービンバイパス弁に関連する電気盤が被水・没水により誤動作し、当該弁が誤開に至つて、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、主給水流量喪失が発生しており、当該事象は主給水流量喪失に包絡されるため、対象外とする。 |
| 外部電源喪失 | ○ | 屋外に設置されている予備変圧器等(設置高さ:EL.+11.0m)の外部電源設備、又は屋内開閉所に設置されている遮断器(設置高さ:EL.+11.0m)が損傷した場合、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | ○ | 当該事象は屋外機器、又は屋内開閉所機器の損傷で発生する可能性があるため、評価対象とする。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (6/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|-------------|--|---|-------------------------------|--|
| 制御用空気系の部分喪失 | × | 制御用空気系の部分喪失の代表である制御用空気圧縮機は両トレン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 制御用空気系の全喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、制御用空気圧縮装置両トレン(設置高さ:EL.-5.2m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (7/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------------|--|---|-------------------------------|-------------------|
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Aヘッダ) | × | 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Aヘッダ)の代表である余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁等に関連する電気盤(設置高さ: EL.-11.5m、損傷高さ: EL.+9.1m)は、原子炉補機冷却水ポンプ全トレーン(設置高さ: EL.-11.0m、損傷高さ: EL.+9.1m)と同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外する。 | N/A | — |
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Bヘッダ) | × | 原子炉補機冷却水系の全喪失の代表である原子炉補機冷却水ポンプは全トレーン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (8/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------------|--|--|-------------------------------|--|
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ) | × | 原子炉補機冷却水系の全喪失の代表である原子炉補機冷却水ポンプは全トレン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 原子炉補機冷却水系の全喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、原子炉補機冷却水ポンプ全トレン(設置高さ:EL.-11.0m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |
| 原子炉補機冷却海水系の部分喪失 | × | 原子炉補機冷却海水系の全喪失の代表である海水ポンプは全トレン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (9/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|--------------------|--|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| 原子炉補機冷却 海水系の全喪失 | ○ | 屋外に設置されている海水ポンプ全トレーン(設置高さ:EL.+7.7m、損傷高さ(海水ポンプエリア浸水防護対策の浸水高さ):EL.+12.0m)が損傷した場合、当該事象が発生する可能性がある。また、1次系建屋へ浸水した場合、CCW冷却器海水第二出口止弁(設置高さ:EL.-11.0m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | ○ | 当該事象は屋外機器の損傷で発生する可能性があるため、評価対象事象とする。 |
| 安全系高圧交流 母線の部分喪失 | × | 安全系高圧交流母線の全喪失の代表である、メタルクラッド開閉装置は両トレーン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (10/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------|--|--|-------------------------------|--|
| 安全系高圧交流母線の全喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、メタルクラッド開閉装置は両トレン(設置高さ:EL.+4.2m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |
| 安全系低圧交流母線の部分喪失 | × | 安全系低圧交流母線の全喪失の代表である、パワーセンタは全トレン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 安全系低圧交流母線の全喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、パワーセンタ全トレン(設置高さ:EL.+4.2m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (11/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|-------------------|--|--|-------------------------------|--|
| 安全系直流母線 の部分喪失 | × | 安全系直流母線の全喪失の代表である、直流コントロールセンタは両トレーン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 安全系直流母線 の全喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、直流コントロールセンタ両トレーン(設置高さ:EL.+3.7m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |
| 安全系計装用母線 の部分喪失 | × | 安全系計装用母線の全喪失の代表である、計装用電源盤は両トレーン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (12/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|------------------|--|---|-------------------------------|--|
| 安全系計装用母線の全喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、計装用電源盤全トレン(設置高さ:EL.+3.7m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |
| 中央制御室空調系の喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、中央制御室外換気空調盤(設置高さ:EL.+3.7m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |
| 安全補機開閉器室空調系の部分喪失 | ○ | 安全系補機開閉器室空調系の全喪失の代表である安全補機開閉器室は両室同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (13/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|-----------------|--|---|-------------------------------|--|
| 安全補機開閉器室空調系の全喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、安全補機開閉器室両室(設置高さ:EL.+3.7m、損傷高さ:EL.+9.1m)が水没し、電気盤も損傷するため、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |
| 空調用冷水系の部分喪失 | × | 空調用冷水系の全喪失の代表である空調用冷水ポンプは全トレーン同一の高さに設置されているため、当該事象が発生する可能性はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 空調用冷水系の全喪失 | ○ | 1次系建屋へ浸水した場合、空調用冷水ポンプ全トレーン(設置高さ:EL.-11.0m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷し、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | × | 当該事象が発生した時には、複数の信号系損傷が発生しており、当該事象は複数の信号系損傷に包絡されるため、対象外とする。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-4表 起因事象の検討内容及び選定結果(押し津波) (14/14)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|---------|--|---|-------------------------------|---|
| 津波特有の事象 | ○ | 津波により直接的に炉心損傷に至る事象として、9.1m以上の津波が1次系建屋へ浸水した場合、安全補機開閉器室が水没し、メタルクラッド開閉装置等の電気盤(設置高さ:EL.+4.2m、損傷高さ:EL.+9.1m)が損傷するため、当該事象が発生する可能性がある。 | ○ | 当該事象は9.1m以上の津波が1次系建屋に浸水した場合に発生するため、本スクリーニングでは除外しない。なお、当該事象は複数の信号系損傷として扱う。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (1/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|--|--|--|-------------------------------|-------------------|
| 加圧器逃がし弁 ／安全弁LOCA | × | 引き津波により、加圧器逃がし弁の制御回路の誤動作が発生することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| インターフェイス システム LOCA (充てん／抽出 のアンバランス) | × | 引き津波により、当該事象発生の要因となる充てん・抽出機能喪失(充てんポンプの故障等)の事象が発生することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| インターフェイス システム LOCA (余熱除去系と 充てん／抽出の アンバランス以 外) | × | 引き津波により、流量調整弁に関連する電気盤が損傷し、制御回路の誤動作により当該事象が発生することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 1次冷却材ポン プ封水リーク | × | 引き津波により、当該事象の要因となる充てんポンプが損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (2/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|--------------------------|--|--|-------------------------------|--------------------------------------|
| 主給水流量喪失 | × | 引き津波による、直接的に主給水流量喪失が発生する要因となる設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 主蒸気隔離弁の誤閉止(1 or 2 or 3弁) | × | 引き津波により、主蒸気隔離弁(1or2or3弁)が誤閉止することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 主蒸気隔離弁の誤閉止(全弁) | × | 引き津波により、主蒸気隔離弁(全弁)が誤閉止することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 過渡事象 | ○ | 引き津波により、取水ピット内水位が規定値より低下して、循環水ポンプが故障した場合、又は循環水ポンプが故障する前に手動により当該ポンプを停止した場合に、当該事象が発生する可能性がある。したがって、当該事象は本スクリーニングでは除外しない。 | ○ | 当該事象は、引き津波により発生する可能性があるため、評価対象事象とする。 |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (3/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------------|--|---|-------------------------------|-------------------|
| 主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁上流) | × | 引き津波により、当該事象相当の要因となる主蒸気逃がし弁の誤開が発生することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 主蒸気管破断 (主蒸気隔離弁下流) | × | 引き津波により、当該事象相当の要因となるタービンバイパス弁の誤開が発生することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 外部電源喪失 | × | 引き津波により、変圧器等の外部電源設備が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 制御用空気系 の部分喪失 | × | 引き津波により、制御用空気圧縮機等の制御用空気系設備が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (4/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------------|--|--|-------------------------------|-------------------|
| 制御用空気系 の全喪失 | × | 引き津波により、制御用空気圧縮機等の制御用空気系設備が損傷することない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Aヘッダ) | × | 引き津波により、当該事象の要因となる余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁等の誤閉が発生することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Bヘッダ) | × | 引き津波により、原子炉補機冷却水ポンプ等の原子炉補機冷却系設備が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 原子炉補機冷却水系の部分喪失(Cヘッダ) | × | 引き津波により、原子炉補機冷却水ポンプ等の原子炉補機冷却系設備が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (5/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|-----------------|--|--|-------------------------------|-------------------|
| 原子炉補機冷却水系の全喪失 | × | 引き津波により、原子炉補機冷却水ポンプ等の原子炉補機冷却系設備が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 原子炉補機冷却海水系の部分喪失 | × | 海水ポンプは全て同一取水ピットから取水しており、その規定値は全て同一の高さであることから当該事象が発生することはない。したがって当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (6/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------|--|--|-------------------------------|--------------------------------------|
| 原子炉補機冷却海水系の全喪失 | ○ | <p>以下のような場合に当該事象が発生する可能性がある。したがって当該事象は本スクリーニングでは除外しない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・引き津波により、取水ピットの水位が規定値より低下して、海水ポンプがキャビテーションにより故障した場合。 ・引き津波により、取水ピットの水位が規定値より低下して、海水ポンプのキャビテーション発生前の手動停止成功後、補機冷却水温度上昇抑制操作、又は当該ポンプの再起動に失敗した場合。 | ○ | 当該事象は、引き津波により発生する可能性があるため、評価対象事象とする。 |
| 安全系高圧交流母線の部分喪失 | × | 引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する要因となる設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (7/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|----------------|--|---|-------------------------------|-------------------|
| 安全系高圧交流母線の全喪失 | × | 引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 安全系低圧交流母線の部分喪失 | × | 引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 安全系低圧交流母線の全喪失 | × | 引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 安全系直流母線の部分喪失 | × | 引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 安全系直流母線の全喪失 | × | 引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (8/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|------------------|--|---|-------------------------------|-------------------|
| 安全系計装用母線の全喪失 | × | 引き津波による、安全系母線の機能喪失が発生する設備への影響はない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 中央制御室空調系の喪失 | × | 引き津波により、中央制御室空調系が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 安全補機開閉器室空調系の部分喪失 | × | 引き津波により、安全補機開閉器室空調系が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 安全補機開閉器室空調系の全喪失 | × | 引き津波により、安全補機開閉器室空調系が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフランジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-5表 起因事象の検討内容及び選定結果(引き津波) (9/9)

| 起因事象 | スクリーニング② ^{*1} の結果 (スクリーニング③ の対象要否) | スクリーニング②の検討内容 | スクリーニング③ ^{*2} の結果 | スクリーニング③ の検討内容 |
|-------------|--|--|-------------------------------|-------------------|
| 空調用冷水系の部分喪失 | × | 引き津波により、空調用冷水系が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 空調用冷水系の全喪失 | × | 引き津波により、空調用冷水系が損傷することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |
| 津波特有の事象 | × | 引き津波により影響を受ける設備は、海水取水の設備と限定的であり、押し津波のように多数の設備が同時に機能を喪失することはない。したがって、当該事象は対象外とする。 | N/A | — |

*1:スクリーニング②:評価対象プラントにおける設備配置関係やフラジリティ評価結果からの観点でのスクリーニング

○:スクリーニング③が必要な事象

×:スクリーニング③が不要(スクリーニング②により評価対象外となった事象)

*2:スクリーニング③:事象進展の類似性や包含性等を考慮したグルーピング

○:津波出力運転時レベル1PRA対象起因事象

×:評価対象外起因事象

N/A:スクリーニング②により発生しない起因事象

第3.1.3.4-6表 津波シナリオ区分の区分分け高さの根拠

| 区分分け高さ | 区分分け高さの根拠 |
|--------|--|
| 5.5m | 当該区分の下限高さは、屋外の外部電源関連設備（設置高さ：EL.+11.0m）のHCLPF高さであり、起因事象を誘発する機器のうち最もHCLPFが小さいことから評価開始高さとする。外部電源関連設備が被水・没水する場合は外部電源喪失が発生する。 |
| 9.1m | 当該区分の下限高さは、タービン建屋等の浸水口高さであり、タービン建屋等の開口部には津波に耐えうる止水対策は施工されていない。復水ポンプ（設置高さ：EL.-2.4m）が被水・没水し、主給水流量喪失が必ず発生する。 また、当該区分以上の津波で、タービン建屋経由で1次系建屋の開口部まで浸水し、1次系建屋の開口部のシールが損傷する場合には1次系建屋へ浸水する。1次系建屋内へ浸水する場合、メタルクラッド開閉装置（設置高さ：EL.+4.2m）などが被水・没水し、複数の信号系損傷が必ず発生する。さらに、その時点では計装用電源盤（設置高さ：EL.+3.7m）等の計装用電源が被水・没水し、パラメータ監視が不可能となり、信号による格納容器自動隔離失敗後の中央制御室からの手動隔離の判断もできずに、格納容器隔離にも必ず失敗する。 |
| 11.0m | 当該区分の下限高さは、タービン建屋等に設置されている遮断器20-130（設置高さ：EL.+11.0m）が被水・没水し、外部電源喪失が必ず発生する高さである。 |
| 12.0m | 当該区分の下限高さは、海水ポンプエリアの防護壁の強度が確認されている高さであり、当該区分の下限高さ以上の津波で海水ポンプエリアへの浸水により、海水ポンプが被水・没水し、原子炉補機冷却海水系の全喪失が必ず発生する。 区分3以上の津波で外部電源喪失が必ず発生するため、当該区分の津波では、必ず全交流動力電源喪失が発生する。 また、1次系建屋外郭部の開口部シールのフラジリティは、当該区分の下限高さでタービン建屋等経由の開口部シールのフラジリティから海水管ダクト経由の開口部シールのフラジリティに切替わる。 |
| 13.0m | 当該区分の下限高さは、1次系建屋の開口部にシールが施工されている上限であり、必ず1次系建屋へ浸水し、複数の信号系損傷が必ず発生する。 |

第3.1.3.4-7表 津波シナリオ区分 (1/2)

| 津波シナリオ区分 | 当該津波シナリオ区分で評価対象とする起因事象 | 当該津波シナリオ区分以降の区分において損傷する可能性のある主要な機器 | | 左記機器の設置高さ(m) |
|--------------------|------------------------|------------------------------------|---|-------------------|
| 1 5.5m以上～9.1m未満 | ・外部電源喪失 | 屋外 | 遮断器20ET-130 遮断器50-130 予備変圧器遮断器 予備変圧器 ETr集合端子箱 主変圧器遮断器 特高開閉所 移動式大容量ポンプ車 タンクローリ | 11.0 |
| | | | 主変圧器 所内変圧器 | 11.3 |
| | | | タンクローリ 移動式大容量ポンプ車 取水用水中ポンプ 水中ポンプ用発電機 中間受槽 復水タンク(ピット)補給用水中ポンプ 大容量空冷式発電機 大容量空冷式発電機信号処理盤 大容量空冷式発電機用給油ポンプ | 16.0 |
| | | | タービン建屋内 | タービン建屋の開口部に到達しない。 |
| | | | 1次系建屋内 | 1次系建屋の貫通部に到達しない。 |

第3.1.3.4-7表 津波シナリオ区分 (2/2)

| 津波シナリオ区分 | | 当該津波シナリオ区分で評価対象とする起因事象 | 当該津波シナリオ区分以降の区分において損傷する可能性のある主要な機器 | | | 左記機器の設置高さ(m) |
|----------|-----------------|--|------------------------------------|--------------------------|--|--------------|
| 2 | 9.1m以上～11.0m未満 | ・複数の信号系損傷 ・外部電源喪失 ・主給水流量喪失 | 屋外 | 循環水ポンプ | | 10.3 |
| | | | タービン建屋内 | 復水ポンプ 復水器真空ポンプ | | -2.4 3.8 |
| | | | 1次系建屋内 | メタルクラッド開閉装置 | | 4.2 |
| | | | | | | |
| 3 | 11.0m以上～12.0m未満 | ・複数の信号系損傷 ・外部電源喪失 | 屋外 | 津波シナリオ区分1及び区分2に含まれる機器と同様 | | |
| | | | タービン建屋内 | 遮断器20-130 | | 11.0 |
| | | | | メタルクラッド開閉装置(常用系) | | 11.3 |
| | | | 1次系建屋内 | 津波シナリオ区分1及び区分2に含まれる機器と同様 | | |
| 4 | 12.0m以上～13.0m未満 | ・複数の信号系損傷 ・原子炉補機冷却機能の全喪失 ・外部電源喪失 | 屋外 | 海水ポンプ | | 7.7 |
| | | | タービン建屋内 | 津波シナリオ区分1～区分3に含まれる機器と同様 | | |
| | | | 1次系建屋内 | 津波シナリオ区分1及び区分2に含まれる機器と同様 | | |
| 5 | 13.0m以上 | ・複数の信号系損傷 | 屋外 | 津波シナリオ区分1～区分4に含まれる機器と同様 | | |
| | | | タービン建屋内 | 津波シナリオ区分1～区分3に含まれる機器と同様 | | |
| | | | 1次系建屋内 | 津波シナリオ区分1及び区分2に含まれる機器と同様 | | |

第 3.1.3.4-8 表 決定論評価における最大水位変動量及び津波ハザード評価における検討対象の津波波源

| 津波波源 | 阿部(1989)の 簡易予測式による 推定津波高 (m) | 決定論評価における 最大水位変動量(m) (各ケースでの最大値) | | 津波ハザード 評価における 検討対象 |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|------------------|--------------------------|
| | | 水位上昇側 (取水ピット前面位置) | 水位下降側 (取水口位置) | |
| 糸島半島沖断層群 | 0.8 | —*1 | —*1 | —*2 |
| 警固断層帶 | 2.0 | +0.43 | -0.34 | ○ |
| 壱岐北東部断層群 | 1.7 | +0.67 | -0.61 | ○ |
| 対馬南方沖断層 | 0.9 | —*1 | —*1 | —*2 |
| 西山断層帶 | 3.4 | +1.87 | -1.64 | ○ |
| 対馬南西沖断層群と 宇久島北西沖断層群 の連動 | 2.5 | +2.32 | -1.18 | ○ |
| 巣原東方沖断層群 | 0.4 | —*1 | —*1 | —*2 |
| 沖ノ島東方沖断層 | 0.6 | —*1 | —*1 | —*2 |

*1:影響は小さいと判断し決定論評価から除外

*2:寄与度は低いと判断し検討対象から除外

第 3.1.3.4-9 表 数値シミュレーションの主な計算条件

| 項目 | 計算条件 |
|----------|---|
| 計算時間間隔 | 0.1秒 |
| 計算領域 | 日本海南西部及び東シナ海北部(南北約 500km、東西約 500km) |
| 格子分割サイズ | 沖合の最大 1,600mから 800、400、200、100、50、25、12.5、6.25mと 1/2 ずつ徐々に細かい格子サイズを設定 |
| 基礎方程式 | 慣性項、海底摩擦項を含む非線形長波方程式 |
| 沖側境界条件 | 自由透過条件 |
| 陸側境界条件 | ・50m 格子以下の領域は陸上越上条件を考慮 ・その他の領域は陸上に向かう津波に対して完全反射条件 ・静水面より下降する津波に対しては、移動境界条件を用いて海底露出を考慮 |
| 海面変位 | 地震断層モデルを用いて地盤の鉛直変動量が瞬時に生じるように設定 |
| 潮位条件 | T.P. ± 0.00m |
| 海底摩擦係数 | マニングの粗度係数 $n = 0.025 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}$ (小谷ほか(1998)) |
| 水平渦動粘性係数 | 0.0 m^2/s |
| 計算時間 | 地盤変動開始から 3 時間まで |

基礎方程式: 非線形長波(浅水理論)の連続式及び運動方程式

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

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、

D : 全水深($D = h + \eta$)、 h : 静水深、 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3.1.3.4-10表 機器リストとフラジリティデータの例

| 屋外機器(被水・没水) | Am (m) | β_R | β_U | HCLPF(m) |
|-----------------------|--------|-----------|-----------|----------|
| 外部電源関連設備(予備変圧器、特高開閉所) | 11.0 | 0.21 | 0.21 | 5.5 |
| 大容量空冷式発電機 | 16.0 | 0.21 | 0.21 | 8.0 |
| 循環水ポンプ | 10.3 | 0 | 0 | 10.3 |
| 海水ポンプ | 12.0 | 0 | 0 | 12.0 |

| 屋内機器(被水・没水) | X | Y | Z | Am (m) | | β_R | | β_U | | HCLPF(m) | |
|-----------------------------------|-----|------|------|--------|-----|-----------|------|-----------|------|----------|-----|
| | | | | X-Y | Y-Z | X-Y | Y-Z | X-Y | Y-Z | X-Y | Y-Z |
| 貫通部シール1 (EL.-5.2m) ^{*1} | | | | 14.8 | — | 0.21 | — | 0.21 | — | 7.4 | — |
| 貫通部シール2 (EL.-11.0m) ^{*2} | | | | — | 9.0 | — | 0.21 | — | 0.21 | — | 4.5 |
| メタルクラッド開閉装置 | 9.1 | 12.0 | 13.0 | 14.8 | 9.0 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 7.4 | 4.5 |

注)*1 :タービン建屋と原子炉周辺建屋の貫通部シール

*2 :海水管ダクトと原子炉補助建屋の貫通部シール

Am : フラジリティ波高中央値

β_R : 偶然的不確実さ

β_U : 認識論的不確実さ

HCLPF:95%信頼度における5%損傷確率に相当する津波高さ

第3.1.3.4-11表 各損傷・機能喪失要因に対する一般的なフラジリティ評価方針 (1/3)

| 損傷・機能喪失要因 | 設置場所 | 対象機器 | フラジリティ評価方針 |
|-----------|-------------|------------------|---|
| 被水・没水 | 屋外 | 動的・電気的設備 | ・対象機器が水に触れた時点で機能損傷すると想定し、現実的耐力=設置ELとする。但し、設置ELの値は配置設計において厳密に設定されているため不確実さは考慮しない。 |
| | 屋内 | 動的・電気的設備 | ・機器の設置ELに水位が達した時点で、対象機器が水に触れて機能損傷すると想定する。 ・建屋外郭部(貫通部)シールがない場合及びシールが損傷した場合には、建屋内に水が無制限に流入し、津波高さまで建屋内の水位が上昇すると想定する。したがって、貫通部シールの波力に対するフラジリティを評価する。但し、複数のシールが損傷することによる影響の組合せは考慮せず、1カ所のシールが破れれば、津波高さまで建屋内の水位が上昇すると仮定する。 |
| 波力 | 屋外 | 動的・電気的設備 静的設備 | ・動的・電気的設備については、被水・没水による機能損傷が先行する(設置位置に水が到達した時点で機能損傷する)ため評価不要とする。 ・機器設置位置による波力の影響(津波が運動エネルギーをもって衝突するか)により評価要否を検討する。すなわち、壁や建屋に囲まれている等、津波が運動エネルギーをもって衝突しないことが配置情報等から判断できる機器はフラジリティ評価対象外とする。 ・応答値(発生応力)の不確実さについては、津波PRA学会標準評価事例集の記載を参照する。 |
| | 屋内(建屋外郭部含む) | 貫通部シール | ・評価方法は基本的に屋外設備と同様であるが、シールが耐えうる静水頭(水圧)に着目した評価とする。 ・建屋内設置機器は建屋外郭により波力の影響を受けないため、評価不要。 |

第3.1.3.4-11表 各損傷・機能喪失要因に対する一般的なフラジリティ評価方針 (2/3)

| 損傷・機能喪失要因 | 設置場所 | 対象機器 | フラジリティ評価方針 |
|-----------|------|------------------|---|
| 流体力 | 屋外 | 動的・電気的設備 静的機器 | <ul style="list-style-type: none"> ・動的・電気的設備については、被水・没水による機能損傷が先行する(設置位置に水が到達した時点で機能損傷する)ため評価不要とする。 ・流体力による荷重は波力に比べて非常に軽微であるので、波力の影響に包含されると考えフラジリティ評価対象外とする。 |
| | 屋内 | なし | <ul style="list-style-type: none"> ・建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外とする。 |
| 浮力 | 屋外 | 動的・電気的設備 静的機器 | <ul style="list-style-type: none"> ・動的・電気的設備については、被水・没水による機能損傷が先行する(設置位置に水が到達した時点で機能損傷する)ため評価不要とする。 ・浮力によるタンク基礎ボルトの引張応力を評価する。 ・耐力については、地震と同様に限界耐力(物性値の中央値)を考慮する。 |
| | 屋内 | 動的・電気的設備 静的設備 | <ul style="list-style-type: none"> ・動的・電気的設備については、被水・没水による機能損傷が先行する(設置位置に水が到達した時点で機能損傷する)ため評価不要とする。 ・静的機器については、その自重と基礎ボルトの耐力(引張強さ)に比べて、浮力による荷重(水没を考慮すると津波波高に依存しない)が軽微であるのでフラジリティ評価対象外とする。 |

第3.1.3.4-11表 各損傷・機能喪失要因に対する一般的なフラジリティ評価方針 (3/3)

| 損傷・機能喪失要因 | 設置場所 | 対象機器 | フラジリティ評価方針 |
|-----------|------|-----------------------|---|
| 漂流物衝突 | 屋外 | 動的・電気的設備 静的設備 | <ul style="list-style-type: none"> 動的・電気的機器については、被水・没水による機能損傷が先行する(設置位置に水が到達した時点で機能損傷する)ためフラジリティ評価対象外とする。 漂流物衝突時の発生応力の評価及びその不確実さについては、津波PRA学会標準評価事例集の記載を参照する。 |
| | 屋内 | なし | <ul style="list-style-type: none"> 建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外とする。 |
| 海底砂移動 | 屋外 | 海水を取水するポンプ | <ul style="list-style-type: none"> 海水ポンプ・循環水ポンプについて砂の影響を評価する。 |
| | 屋内 | なし | <ul style="list-style-type: none"> 建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外とする。 |
| 洗掘 | 屋外 | 動的・電気的設備 静的設備(タンク) | <ul style="list-style-type: none"> 動的・電気的機器については、被水・没水による機能損傷が先行する(設置位置に水が到達した時点で機能損傷する)ため評価不要とする。 基礎が舗装されているなどの理由により洗掘の影響が軽微なもの場合にはフラジリティ評価対象外とする。 |
| | 屋内 | なし | <ul style="list-style-type: none"> 建屋外郭により建屋内機器は影響を受けないため、フラジリティ評価対象外とする。 |

第3.1.3.4-12表 機器種別ごとのフラジリティ評価方針 (1/2)

| 機器種類 | フラジリティ評価方針 | 評価内容 |
|---------------------|--|-------------|
| 屋内機器全般 (屋内全機器共通) | 津波による水が建屋開口部から流入してくる形で浸水する(津波が衝突する形にならない)ため、波力・流体力・洗掘の影響は考慮する必要がない。また、建屋外壁により防護されるため、漂流物衝突の影響は考慮する必要がない。 | — |
| 静的機器(動的機器の構造損傷含む) | 機器に作用する浮力よりも自重・基礎定着部引張強さの方が強いため、浮力による損傷は考慮不要とする。 ⇒バウンダリの喪失に至りうるフラジリティ評価対象の損傷モードが存在しない。 | フラジリティ評価対象外 |
| 動的機器 | 被水・没水で損傷 ⇒建屋貫通部シールのフラジリティに依存する。 ⇒最弱部シール(一般的に最もELの低い場所)のシールが損傷した時点で、全シールが同時に損傷するものと仮定。すなわち、津波高さのELまで同時に水没するものと想定する。 | 被水・没水を評価 |
| 屋外機器全般 (屋外全機器共通) | 機器設置位置の状況(津波に対する防護となりうる建屋・構造物等が周辺にあるか)を考慮して評価する損傷モードを設定する。 | — |
| 海水ストレーナ | ピット内に設定されているので、波力は作用しない(津波がエネルギーを持って衝突することはない)。 | フラジリティ評価対象外 |
| 屋外タンク | 対象となるタンクは2次系純水タンクが該当するが、本評価上期待しない設備である。 | フラジリティ評価対象外 |
| 燃料油貯油槽 | 地下設置のタンクであり、津波の影響を受けない。 | フラジリティ評価対象外 |
| 可搬設備 | 動的・電気的設備、静的設備に関わらず、設置位置に津波が到達した時点で、津波で流出又は作業員の接近困難等の理由により使用不能になるものと想定する。 | 被水・没水を評価 |

第3.1.3.4-12表 機器種別ごとのフラジリティ評価方針 (2/2)

| 機器種類 | フラジリティ評価方針 | 評価内容 |
|---------------|--|-----------------|
| 海水ポンプ、循環水ポンプ | <p>循環水ポンプ・海水ポンプの設置位置では、津波の週上による不確実さを考慮しない(津波ハザードの不確実さに包絡)。また、海水ポンプエリアには防護壁が設置されているため、これを考慮したフラジリティを検討する。海水ポンプは津波到達時点で損傷するため、そのフラジリティは防護壁のフラジリティに依存する。</p> <p>【防護壁(水密扉含む)の扱い】 設計において津波に対して健全性を確認している津波高さが12.0mであるので、津波高さ12.0m未満の津波では防護壁は損傷しないもの(必ず健全)とし、12.0m以上の津波に対しては必ず損傷する(防護壁がない)ものとして扱う。</p> <p>【波力・漂流物衝突】 循環水ポンプ・海水ポンプは、ポンプ本体がコンクリートのピット内に設置されているため、波力・漂流物衝突による影響を受けない。</p> <p>【海底砂移動】 ポンプ軸受への砂混入については、軸受に設けられた異物逃がし溝(砂の粒径より十分大きい)から砂を連続排出でき、海水系統への砂混入については、最小流路幅より大きい粒子は海水ストレーナにより除去される。また、基準津波により取水口付近での堆積はほとんど発生しないことから、堆積量に対して取水ピット底面からポンプ吸込口までの距離は非常に大きな余裕がある。以上のことから、海底砂移動による影響は考慮しない。</p> | 被水・没水を評価 |
| 配管類 | 屋外配管はトレチ内(埋設含む)若しくは海岸線から見て建屋の陰になる位置にあるため、波力が作用することがない。 | フラジリティ評価 対象外 |
| ケーブルトレイ | ケーブル接続先の機器(電気盤・ポンプ等)が被水・没水で先に損傷するため、ケーブルトレイの評価は不要とする。 | フラジリティ評価 対象外 |
| 上記以外の動的・電気的設備 | 設置位置に津波が到達した時点で、被水・水没により機能損傷すると想定する。機能損傷が先行するため、構造損傷は評価不要とする。 | 被水・没水を評価 |

第3.1.3.4-13表 プラント損傷状態の定義

| No | プラント 損傷 状態 | 事故のタイプ | 1次系 圧力 | 炉心損傷 時期 | 原子炉格納容器内事象進展 | | |
|----|------------------|-----------|-----------|------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| | | | | | 燃料取替用水 ピット水の 原子炉格納 容器への移送 | 原子炉 格納容器の 破損時期 | 原子炉 格納容器内 熱除去手段 |
| 1 | SED | 小破断LOCA | 中圧 | 早期 | × | 炉心損傷後 | × |
| 2 | SEW | 小破断LOCA | 中圧 | 早期 | ○ | 炉心損傷後 | × |
| 3 | SEI | 小破断LOCA | 中圧 | 早期 | ○ | 炉心損傷後 | ○ |
| 4 | SLW | 小破断LOCA | 中圧 | 長期 | ○ | 炉心損傷後 | × |
| 5 | SLI | 小破断LOCA | 中圧 | 長期 | ○ | 炉心損傷後 | ○ |
| 6 | SLC | 小破断LOCA | 中圧 | 長期 | ○ | 炉心損傷前 | × |
| 7 | TED | Transient | 高圧 | 早期 | × | 炉心損傷後 | × |
| 8 | TEW | Transient | 高圧 | 早期 | ○ | 炉心損傷後 | × |
| 9 | TEI | Transient | 高圧 | 早期 | ○ | 炉心損傷後 | ○ |

第3.1.3.4-14表 津波出力運転時レベル1PRAの人的過誤確率の設定方針

| | | | | |
|-----|----------------------|---|---|---------------------|
| 条件 | 津波高さ | 開口部止水対策無しの時の浸水口高さ以上、開口部止水対策有りの時の浸水口高さ未満 | 開口部止水対策無しの時の浸水口高さ以上、開口部止水対策有りの時の浸水口高さ未満 | 開口部止水対策有りの時の浸水口高さ以上 |
| | 開口部止水対策の健全性 | — | 健全 | 損傷 |
| | 1次系建屋内への浸水有無 | なし | | あり |
| 設定値 | 診断失敗 | 運転基準緊急処置編:ノミナル値 運転基準緊急処置編(第二部):ノミナル値 運転基準緊急処置編(第三部):ノミナル値 | 運転基準緊急処置編:上限値 運転基準緊急処置編(第二部):上限値 運転基準緊急処置編(第三部):上限値 | |
| | 操作・読み取り失敗におけるストレスレベル | 事故後早期の操作 | Extremely high | |
| | | 事故後長期の操作 | Moderately high | |

第3.1.3.4-15表 津波シナリオ区分別の津波平均発生頻度

| 津波シナリオ区分 | | 津波平均発生頻度 (／年) |
|----------|-------------|------------------|
| 1 | 5.5m～9.1m | 4.1E-08 |
| 2 | 9.1m～11.0m | 2.4E-10 |
| 3 | 11.0m～12.0m | 2.8E-11 |
| 4 | 12.0m～13.0m | 1.2E-11 |
| 5 | 13.0m～ | 9.4E-12 |

第3.1.3.4-16表 予備変圧器等の津波シナリオ区分別損傷確率

| 津波シナリオ区分 | | 損傷確率 |
|----------|-------------|---------|
| 1 | 5.5m～9.1m | 2.8E-02 |
| 2 | 9.1m～11.0m | 3.5E-01 |
| 3 | 11.0m～12.0m | 5.5E-01 |
| 4 | 12.0m～13.0m | 6.6E-01 |
| 5 | 13.0m～ | 7.9E-01 |

第3.1.3.4-17表 海水ポンプの津波シナリオ区分別損傷確率

| 津波シナリオ区分 | | 損傷確率 |
|----------|-------------|---------|
| 1 | 5.5m～9.1m | 0.0E+00 |
| 2 | 9.1m～11.0m | 0.0E+00 |
| 3 | 11.0m～12.0m | 0.0E+00 |
| 4 | 12.0m～13.0m | 1.0E+00 |
| 5 | 13.0m～ | 1.0E+00 |

第3.1.3.4-18表 津波シナリオ区分別及び1次系建屋内浸水有無別の炉心損傷頻度

| 津波シナリオ区分 | 津波発生 頻度 (／年) | 炉心損傷頻度 (／炉年) | | | 寄与割合 (%) | |
|----------|--------------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------|
| | | 1次系建屋 内浸水あり | 1次系建屋 内浸水なし | 津波シナリオ 区分別 | | |
| 1 | 5.5m～9.1m | 4.1E-08 | N/A | 2.0E-13 | 2.0E-13 | 0.4 |
| 2 | 9.1m～11.0m | 2.4E-10 | 2.0E-11 | 5.3E-14 | 2.0E-11 | 43.4 |
| 3 | 11.0m～12.0m | 2.8E-11 | 5.4E-12 | 3.4E-14 | 5.5E-12 | 11.8 |
| 4 | 12.0m～13.0m | 1.2E-11 | 1.0E-11 | 1.2E-12 | 1.1E-11 | 24.2 |
| 5 | 13.0m～ | 9.4E-12 | 9.4E-12 | N/A | 9.4E-12 | 20.2 |
| 合計 | | 4.5E-11 | 1.5E-12 | 4.6E-11 | 100.0 | |
| 寄与割合 (%) | | 96.7 | 3.3 | 100.0 | / | |

N/A:発生せず

第3.1.3.4-19表 起因事象別の炉心損傷頻度

| 起因事象 | 炉心損傷頻度 (／炉年) | 寄与割合 (%) |
|----------|---------------|----------|
| 主給水流量喪失 | ε | <0.1 |
| 外部電源喪失 | 1.5E-12 | 3.3 |
| 複数の信号系損傷 | 4.5E-11 | 96.7 |
| 合計 | 4.6E-11 | 100.0 |

 ε :カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

第3.1.3.4-20表 事故シーケンスグループ別の炉心損傷頻度

| 事故シーケンスグループ | 炉心損傷頻度 (／炉年) | 寄与割合 (%) |
|----------------|---------------|----------|
| 2次冷却系からの除熱機能喪失 | ε | <0.1 |
| 全交流動力電源喪失 | 1.5E-12 | 3.3 |
| 原子炉格納容器の除熱機能喪失 | ε | <0.1 |
| ECCS注水機能喪失 | ε | <0.1 |
| ECCS再循環機能喪失 | ε | <0.1 |
| 複数の信号系損傷 | 4.5E-11 | 96.7 |
| 合計 | 4.6E-11 | 100.0 |

ε :カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

第3.1.3.4-21表 プラント損傷状態別の炉心損傷頻度

| プラント損傷状態 | 炉心損傷頻度 (／炉年) | 寄与割合 (%) |
|----------|---------------|----------|
| SED | 3.9E-13 | 0.8 |
| SEW | ε | <0.1 |
| SEI | ε | <0.1 |
| SLW | 3.7E-14 | <0.1 |
| SLI | ε | <0.1 |
| SLC | ε | <0.1 |
| TED | 4.6E-11 | 99.1 |
| TEW | ε | <0.1 |
| TEI | ε | <0.1 |
| 合計 | 4.6E-11 | 100.0 |

ε :カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

第3.1.3.4-22表 不確実さ解析結果

| 津波シナリオ区分 | | 炉心損傷頻度(／炉年) | | | | エラー ファクタ |
|----------|-------------|-------------|---------------|---------|---------|-------------|
| | | 平均値 | 5%下限値 | 中央値 | 95%上限値 | |
| 1 | 5.5m～9.1m | 1.6E-13 | 1.5E-31 | 2.3E-16 | 3.4E-13 | 1.5E+09 |
| 2 | 9.1m～11.0m | 2.0E-11 | ε | 4.8E-22 | 6.7E-11 | — |
| 3 | 11.0m～12.0m | 5.5E-12 | ε | 1.2E-26 | 3.2E-11 | — |
| 4 | 12.0m～13.0m | 1.1E-11 | 2.5E-26 | 3.0E-26 | 1.1E-10 | 6.8E+07 |
| 5 | 13.0m～ | 9.7E-12 | 1.0E-26 | 1.0E-26 | 9.2E-11 | 9.6E+07 |
| 合計 | | 4.7E-11 | 4.2E-26 | 4.0E-16 | 3.0E-10 | 8.5E+07 |

ε : 解析コードの制限値より小さい数値

第3.1.3.4-23表 SA対策の有無による津波シナリオ区分の区分分け高さの根拠(1/3)

| 区分分け の高さ | 津波シナリオ区分分けの高さの根拠 | |
|-------------|--|---|
| | ベースケース(SA対策あり) | 感度解析ケース(SA対策なし) |
| 5.5m | 当該高さは、屋外の外部電源関連設備(予備変圧器、特高開閉所など)(設置高さ:EL.+11.0m)の被水・没水が発生する可能性がある高さであり、当該機器の被水・没水時には「外部電源喪失」が発生する。 | 同左 |
| 6.0m | — | 当該高さは、1次系建屋の浸水口高さであり、海水管ダクト経由で1次系建屋の開口部まで浸水し、1次系建屋の開口部のシールが損傷する場合には1次系建屋へ浸水する。1次系建屋内へ浸水する場合、メタルクラッド開閉装置(設置高さ:EL.+4.2m)などの被水・没水により、必ず「複数の信号系損傷」が発生する。さらに、その時点では計装用電源盤(設置高さ:EL.+3.7m)等の計装用電源の被水・水没により、パラメータ監視が不可能となり、信号による格納容器自動隔離失敗後の中央制御室からの手動隔離の判断もできず、格納容器隔離にも必ず失敗する。 |
| 7.7m | — | 当該高さは、海水ポンプのモータ下端高さであり、当該高さ以上の津波で、海水ポンプの被水・没水により「原子炉補機冷却海水系の全喪失」が必ず発生する。 |

第3.1.3.4-23表 SA対策の有無による津波シナリオ区分の区分分け高さの根拠(2/3)

| 区分分けの高さ | 津波シナリオ区分分けの高さの根拠 | |
|---------|--|--|
| | ベースケース(SA対策あり) | 感度解析ケース(SA対策なし) |
| 9.1m | <p>当該高さは、タービン建屋等の浸水口高さであり、タービン建屋等の開口部には津波に耐えうる止水対策は施工されていない、復水ポンプ(設置高さ:EL.-2.4m)の被水・没水により、「主給水流量喪失」が必ず発生する。</p> <p>また、当該高さ以上の津波で、タービン建屋経由で1次系建屋の開口部まで浸水し、1次系建屋の開口部のシールが損傷する場合には1次系建屋へ浸水する。1次系建屋内へ浸水する場合、メタルクラッド開閉装置(設置高さ:EL.+4.2m)などの被水・没水により、「複数の信号系損傷」が必ず発生する。さらに、その時点では計装用電源盤(設置高さ:EL.+3.7m)等の計装用電源の被水・没水により、パラメータ監視が不可能となり、信号による格納容器自動隔離失敗後の中央制御室からの手動隔離の判断もできずに、格納容器隔離にも必ず失敗する。</p> | — |
| 11.0m | <p>当該高さは、タービン建屋等に設置されている遮断器20-130(設置高さ:EL.+11.0m)の被水・没水により、「外部電源喪失」が必ず発生する高さである。</p> | <p>当該高さは、タービン建屋等に設置されている遮断器20-130(設置高さ:EL.+11.0m)の被水・没水により、「外部電源喪失」が必ず発生する。</p> <p>7.7m以上の津波で「原子炉補機冷却海水系の全喪失」が必ず発生するため、当該高さの津波では、必ず「全交流動力電源喪失」が発生する。</p> |

第3.1.3.4-23表 SA対策の有無による津波シナリオ区分の区分分け高さの根拠(3/3)

| 区分分けの高さ | 津波シナリオ区分分けの高さの根拠 | |
|---------|--|-----------------|
| | ベースケース(SA対策あり) | 感度解析ケース(SA対策なし) |
| 12.0m | <p>当該高さは、海水ポンプエリアの防護壁の強度が確認されている高さであり、当該高さ以上の津波で海水ポンプエリアへの浸水し、海水ポンプの被水・没水により、必ず「原子炉補機冷却海水系の全喪失」が発生する。</p> <p>11.0m以上の津波で外部電源喪失が必ず発生するため、当該高さの津波では、必ず「全交流動力電源喪失」が発生する。</p> <p>また、1次系建屋外郭部の開口部シールのフラジリティは、当該高さでタービン建屋等経由の開口部シールのフラジリティから海水管ダクト経由の開口部シールのフラジリティに切替わる。</p> | 同左 |
| 13.0m | 当該高さは、1次系建屋の開口部にシールが施工されている上限であり、必ず1次系建屋へ浸水し、必ず「複数の信号系損傷」が発生する。当該高さは、タービン建屋開口部からタービン建屋内が浸水すると想定している高さである。 | 同左 |

第3.1.3.4-24表 SA対策に係る感度解析結果

| 津波シナリオ区分 | | 津波発生頻度(／年) | SA対策設備あり | | | 寄与割合(%) | 津波シナリオ区分 | | 津波発生頻度(／年) | SA対策設備なし | | | 寄与割合(%) |
|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|---------|---------|----------|-------------|------------|---------------|---------------|---------|---------|
| | | | 炉心損傷頻度(／炉年) | | 合計 | | | | | 炉心損傷頻度(／炉年) | 合計 | | |
| 1次系建屋 浸水あり | 1次系建屋 浸水なし | | 1次系建屋 浸水あり | 1次系建屋 浸水なし | 合計 | | | | | 1次系建屋 浸水あり | 1次系建屋 浸水なし | 合計 | |
| 1 | 5.5m～9.1m | 4.1E-08 | N/A | 2.0E-13 | 2.0E-13 | 0.4 | 1 | 5.5m～6.0m | 2.4E-08 | N/A | 6.3E-13 | 6.3E-13 | <0.1 |
| | | | | | | | 2 | 6.0m～7.7m | 1.6E-08 | 2.2E-09 | 1.1E-12 | 2.2E-09 | 63.7 |
| | | | | | | | 3 | 7.7m～11.0m | 1.2E-09 | 5.1E-10 | 7.0E-10 | 1.2E-09 | 34.8 |
| 2 | 9.1m～11.0m | 2.4E-10 | 2.0E-11 | 5.3E-14 | 2.0E-11 | 43.4 | 4 | 11.0m～13.0m | 4.0E-11 | 3.2E-11 | 7.5E-12 | 4.0E-11 | 1.2 |
| 3 | 11.0m～12.0m | 2.8E-11 | 5.4E-12 | 3.4E-14 | 5.5E-12 | 11.8 | | | | | | | |
| 4 | 12.0m～13.0m | 1.2E-11 | 1.0E-11 | 1.2E-12 | 1.1E-11 | 24.2 | | | | | | | |
| 5 | 13.0m～ | 9.4E-12 | 9.4E-12 | N/A | 9.4E-12 | 20.2 | 5 | 13.0m～ | 9.4E-12 | 9.4E-12 | N/A | 9.4E-12 | 0.3 |
| 合計 | | 4.5E-11 | 1.5E-12 | 4.6E-11 | 100.0 | 合計 | | | 2.7E-09 | 7.1E-10 | 3.4E-09 | 100.0 | |

 ε :カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

N/A:発生せず

第3.1.3.4-25表 津波シナリオ区分別の津波発生頻度(引き津波)

| 津波シナリオ区分 | 津波高さの範囲 | 津波発生頻度(／年) |
|----------|------------------|------------|
| 1 | -2.7m以下～-5.18mまで | 4.0E-07 |
| 2 | -5.18m以下～ | 1.0E-09 |

第3.1.3.4-26表 起因事象別の炉心損傷頻度(引き津波)

| 起因事象 | 炉心損傷頻度(／炉年) | 寄与割合(%) |
|----------------|-------------|---------|
| 過渡事象 | 1.7E-14 | 0.5 |
| 原子炉補機冷却海水系の全喪失 | 3.3E-12 | 99.5 |
| 合計 | 3.3E-12 | 100.0 |

第3.1.3.4-27表 格納容器機能喪失モードの設定結果

| 項目 | 放出 | 原子炉格納容器の状態 | 格納容器機能喪失モード | 記号 | 概要 |
|---------------|----------|----------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 格納容器機能喪失モード分類 | 漏えい | 格納容器健全 | 格納容器健全 | ϕ | 原子炉格納容器が健全に維持されて事故が収束 |
| | 早期放出 | 格納容器バイパス | TI-SGTR | g | 炉心損傷後の蒸気発生器伝熱管クリープ破損による格納容器バイパス |
| | | 格納容器隔離失敗 | 格納容器隔離失敗 | β | 事故後に原子炉格納容器の隔離に失敗 |
| | | 早期格納容器破損 | 原子炉容器内水蒸気爆発 | α | 原子炉容器内の水蒸気爆発によって原子炉格納容器が破損 |
| | | | 水素燃焼 (原子炉容器破損前) | γ | 水素燃焼又は水素爆轟(原子炉容器破損前)によって原子炉格納容器が破損 |
| | | | 水素燃焼 (原子炉容器破損直後) | γ' | 水素燃焼又は水素爆轟(原子炉容器破損直後)によって原子炉格納容器が破損 |
| | | | 原子炉容器外水蒸気爆発 | η | 原子炉容器外での水蒸気爆発又は水蒸気スパイクによって原子炉格納容器が破損 |
| | 後期放出 | | 格納容器雰囲気直接加熱 | σ | 格納容器雰囲気直接加熱によって原子炉格納容器が破損 |
| | 後期格納容器破損 | 格納容器直接接触 | μ | 原子炉格納容器の構造物へ溶融炉心が直接接触して原子炉格納容器が破損 | |
| | | 水素燃焼 (原子炉容器破損後後期) | γ'' | 水素燃焼又は水素爆轟(原子炉容器破損後後期)によって原子炉格納容器が破損 | |
| | | ベースマット溶融貫通 | ε | MCCIでベースマットが溶融貫通 | |
| | | 格納容器過温破損 | τ | 原子炉格納容器の貫通部が過温で破損 | |
| | | 水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損 | δ | 水蒸気・非凝縮性ガス蓄積によって準静的加圧で原子炉格納容器が破損 | |
| | | 水蒸気蓄積による格納容器先行破損 | θ | 水蒸気蓄積によって準静的加圧で原子炉格納容器が炉心損傷前に破損 | |

第 3.1.3.4-28 表 シビアアクシデント時の物理化学現象の整理

| 物理化学現象 | 発生条件 | 発生後の事故進展 |
|---------------|--|--|
| 炉心損傷 | — | 格納容器機能喪失の可能性 |
| 格納容器先行破損 | ・プラント損傷状態で定義される格納容器先行破損 | θ モードによる格納容器機能喪失 |
| 配管クリープ破損 | ・1次系高圧(高温側配管、サージライン破損) | 1次系減圧 |
| TI-SGTR | ・1次系高圧(TI-SGTR) | g モードによる格納容器機能喪失 |
| 原子炉容器内水蒸気爆発 | ・溶融炉心が原子炉容器下部ヘッドへ落下 ・1次系低圧 | α モードによる格納容器機能喪失の可能性 |
| 水素燃焼 | ・水素濃度4vol%上方、6vol%側方、8vol%下方伝ば ・水蒸気濃度55vol%以下 | γ 、 γ' 、 γ'' モードによる格納容器機能喪失の可能性 |
| 原子炉容器破損 | ・炉心溶融進展が炉心への注水により停止しない | 溶融炉心の原子炉容器外への放出 |
| 溶融物分散放出 | ・原子炉容器破損時に1次系高圧 | 溶融炉心の原子炉下部キャビティ外への放出 |
| 原子炉下部キャビティ内水量 | ・燃料取替用水が原子炉格納容器内に持ち込まれるPDS | 溶融炉心と原子炉下部キャビティ水の接触 |
| 原子炉容器外水蒸気爆発 | ・原子炉容器破損時に溶融炉心が重力落下 ・溶融炉心落下質量大 | η モードによる格納容器機能喪失の可能性 |
| 格納容器雰囲気直接加熱 | ・溶融物分散放出あり | σ モードによる格納容器機能喪失の可能性 |
| 格納容器直接接触 | ・溶融物分散放出あり | μ モードによる格納容器機能喪失の可能性 |
| 溶融炉心冷却 | ・原子炉容器破損 ・原子炉下部キャビティ内に溶融炉心落下 | MCCIの継続 |
| ベースマット溶融貫通 | ・原子炉容器破損 ・原子炉下部キャビティ内の溶融炉心冷却に失敗 | ε モードによる格納容器機能喪失 |
| 格納容器過温破損 | ・原子炉容器破損 ・原子炉格納容器内への注水なし | τ モードによる格納容器機能喪失 |
| 格納容器過圧破損 | ・崩壊熱による水蒸気生成 ・非凝縮性ガス生成 | δ 、 θ モードによる格納容器機能喪失 |

第 3.1.3.4-29 表 津波出力運転時レベル 2PRA でモデル化するシビアアクシデント対策 (1/2)

| 主要な緩和手段 | 関連設備 | 主要な目的 | 運転操作タイミング | 熱水力・放射能雰囲気条件下での運転操作可能性 | 津波レベル2PRAでのモデル化 |
|---------|-------------------------------|---|------------------------------------|------------------------|-----------------|
| 格納容器隔離 | 格納容器隔離弁 | 放射性物質放出防止 | ・各種信号による自動作動 ・炉心損傷検知前に実施 | 可能 | ○ |
| 作業環境維持 | アニュラス空気浄化系 | 放射性物質放出緩和 | ・各種信号による自動起動 ・所内電源及び外部電源喪失判断後実施 | 可能 | ○ |
| | 中央制御室非常用循環系(外気との隔離に係るバウンダリのみ) | | — | なし | ○ |
| 1次系強制減圧 | 加圧器逃がし弁 (制御用空気系使用) | ・蒸気発生器伝熱管の健全性維持 ・溶融炉心の分散放出防止 | 炉心損傷検知後実施 | 可能 | ○ |
| | 加圧器逃がし弁 (窒素ポンベ使用) | | | | ○ |
| 炉心への注水 | 非常用炉心冷却設備 | ・未臨界の維持 ・炉心損傷の進展防止と緩和 ・原子炉容器破損の防止及び遅延 | 非常用炉心冷却設備作動信号(S 信号)による自動起動 | 可能 | ○ |

第 3.1.3.4-29 表 津波出力運転時レベル 2PRA でモデル化するシビアアクシデント対策 (2/2)

| 主要な緩和手段 | 関連設備 | 主要な目的 | 運転操作タイミング | 熱水力・放射能霧囲気条件下での運転操作可能性 | 津波出力運転時レベル 2PRA でのモデル化 |
|-------------------------|----------------------------|---|-------------------|------------------------|------------------------|
| 格納容器内注水(原子炉下部キャビティ水張り) | 格納容器スプレイポンプ(中央制御室における手動起動) | ・溶融炉心冷却 ・原子炉格納容器圧力上昇抑制 ・放射性物質放出緩和 | 炉心損傷検知後実施 | 可能 | ○ |
| | 常設電動注入ポンプ(水源補給前) | ・溶融炉心冷却 ・原子炉格納容器圧力上昇抑制 ・放射性物質放出緩和 | | | ○ |
| 格納容器内自然対流冷却(原子炉補機冷却水通水) | 格納容器再循環ユニット(原子炉補機冷却水通水) | 格納容器破損防止 | 最高使用圧力を到達後実施 | 操作現場が高線量下で操作不可の場合あり | ○ |
| 格納容器内注水(格納容器内液相部への蓄熱) | 常設電動注入ポンプ(水源補給後) | 原子炉格納容器圧力上昇抑制 | 燃料取替用水枯渇後実施 | 操作現場が高線量下で操作不可の場合あり | ○ |
| 格納容器内自然対流冷却(海水通水) | 格納容器再循環ユニット(海水通水) | 格納容器破損防止 | 事故後24時間後実施 | 操作現場が高線量下で操作不可の場合あり | ○ |
| 水素濃度制御 | 電気式水素燃焼装置 | 水素濃度低減(短期) | 炉心損傷検知前に実施 | 可能 | ○ |
| | 静的触媒式水素再結合装置 | 水素濃度低減(長期) | —(受動的安全設備) | なし | ○ |
| 電源の確保 | 外部電源の回復 | 交流電源の復旧 | 所内電源及び外部電源喪失判断後実施 | 操作現場が高線量下で操作不可の場合あり | × |
| | 大容量空冷式発電機 | | | 可能 | ○ |

第 3.1.3.4-30 表 津波シナリオ区分別、1 次系建屋浸水有無別の格納容器機能喪失頻度

| 津波シナリオ区分 | | 津波発生頻度(／年) | CDF(／炉年) | | | CFF(／炉年) | | 条件付き格納容器機能喪失確率 | CFF(／炉年) | | |
|----------|-------------|------------|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|----------------|-----------|---------|--------|
| | | | 1 次系建屋 浸水あり | 1 次系建屋 浸水なし | 津波シナリオ区分別 | 1 次系建屋 浸水あり | 1 次系建屋 浸水なし | | 津波シナリオ区分別 | | |
| 1 | 5.5m～9.1m | 4.1E-08 | N/A | 2.0E-13 | 2.0E-13 | 0.4% | N/A | 8.0E-14 | 4.0E-01 | 8.0E-14 | 0.2% |
| 2 | 9.1m～11.0m | 2.4E-10 | 2.0E-11 | 5.3E-14 | 2.0E-11 | 43.4% | 2.0E-11 | 5.1E-14 | 1.0E+00 | 2.0E-11 | 43.4% |
| 3 | 11.0m～12.0m | 2.8E-11 | 5.4E-12 | 3.4E-14 | 5.5E-12 | 11.8% | 5.4E-12 | 3.3E-14 | 1.0E+00 | 5.5E-12 | 11.8% |
| 4 | 12.0m～13.0m | 1.2E-11 | 1.0E-11 | 1.2E-12 | 1.1E-11 | 24.2% | 1.0E-11 | 1.2E-12 | 1.0E+00 | 1.1E-11 | 24.3% |
| 5 | 13.0m～ | 9.4E-12 | 9.4E-12 | N/A | 9.4E-12 | 20.2% | 9.4E-12 | N/A | 1.0E+00 | 9.4E-12 | 20.3% |
| 合計 | | | 4.5E-11 | 1.5E-12 | 4.6E-11 | 100.0% | 4.5E-11 | 1.3E-12 | 1.0E+00 | 4.6E-11 | 100.0% |

 ε : カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

N/A: 発生せず

第 3.1.3.4-31 表 プラント損傷状態別の格納容器機能喪失頻度

| PDS | CDF(／炉年) | 寄与割合(%) | 条件付き格納容器機能喪失確率 | CFF(／炉年) | 寄与割合(%) |
|-----|---------------|---------|-----------------------|---------------|---------|
| SED | 3.9E-13 | 0.8 | 9.0E-01 | 3.5E-13 | 0.8 |
| SEW | ε | <0.1 | — | ε | <0.1 |
| SEI | ε | <0.1 | — | ε | <0.1 |
| SLW | 3.7E-14 | <0.1 | 7.5E-01 | 2.8E-14 | <0.1 |
| SLI | ε | <0.1 | — | ε | <0.1 |
| SLC | ε | <0.1 | — | ε | <0.1 |
| TED | 4.6E-11 | 99.1 | 1.0E+00 | 4.6E-11 | 99.2 |
| TEW | ε | <0.1 | — | ε | <0.1 |
| TEI | ε | <0.1 | — | ε | <0.1 |
| 合計 | 4.6E-11 | 100.0 | 1.0E+00 ^{*1} | 4.6E-11 | 100.0 |

ε : カットオフ値 (1.0E-15(／炉年)) 未満

*1: PDS 別条件付き格納容器機能喪失確率を合計したものではなく、CFF の合計を CDF の合計で除した値

第 3.1.3.4-32 表 格納容器機能喪失モード別の格納容器機能喪失頻度

| 格納容器機能喪失モード | CFF(／炉年) | 寄与割合(%) |
|--------------------------------|---------------|---------|
| α (原子炉容器内水蒸気爆発) | ε | <0.1 |
| β (格納容器隔離失敗) | 4.5E-11 | 97.2 |
| γ (水素燃焼(原子炉容器破損前)) | ε | <0.1 |
| γ' (水素燃焼(原子炉容器破損直後)) | ε | <0.1 |
| γ'' (水素燃焼(原子炉容器破損後後期)) | ε | <0.1 |
| δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損) | 3.7E-13 | 0.8 |
| ε (ベースマット溶融貫通) | 6.6E-14 | 0.1 |
| θ (水蒸気蓄積による格納容器先行破損) | ε | <0.1 |
| η (原子炉容器外水蒸気爆発) | ε | <0.1 |
| σ (格納容器雰囲気直接加熱) | 0.0E+00 | 0.0 |
| g (蒸気発生器伝熱管破損) | ε | <0.1 |
| τ (格納容器過温破損) | 8.6E-13 | 1.9 |
| μ (格納容器直接接触) | ε | <0.1 |
| 合 計 | 4.6E-11 | 100.0 |

ε : カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

第 3.1.3.4-33 表 放出カテゴリ別発生頻度

| 原子炉格納容器の 状態 | 分類 | 放出カテゴリ 記号 | 発生頻度 (／炉年) | 寄与割合 (%) |
|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| 格納容器 機能喪失 | 格納容器 バイパス | — | F1 | ε |
| | 格納容器 破損 | エナジェティック | F3A | ε |
| | | 先行破損 | F3B | ε |
| | | その他 | F3C | 1.3E-12 |
| | 隔離失敗 | — | F5 | 4.5E-11 |
| 健全(設計漏えい) | — | F6 | 1.4E-14 | <0.1 |

ε:カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

第 3.1.3.4-34 表 不確実さ解析結果(格納容器機能喪失モード別)

| 格納容器 機能喪失 モード | CFF(／炉年) | | | | エラーファクタ |
|---------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| | 5%下限値 | 中央値 | 95%上限値 | 平均値 | |
| α | — | — | — | — | — |
| β | 3.1E-26 | 2.8E-22 | 2.9E-10 | 4.5E-11 | 9.6E+07 |
| γ | — | — | — | — | — |
| γ' | — | — | — | — | — |
| γ'' | — | — | — | — | — |
| δ | 1.5E-30 | 6.0E-18 | 5.5E-13 | 1.2E-13 | 6.0E+08 |
| ε | ε^* | 4.9E-28 | 2.4E-13 | 7.4E-14 | — |
| θ | — | — | — | — | — |
| η | — | — | — | — | — |
| σ | — | — | — | — | — |
| g | — | — | — | — | — |
| τ | 3.5E-34 | 1.8E-17 | 3.1E-12 | 7.6E-13 | 9.4E+10 |
| μ | — | — | — | — | — |
| 合 計 | 4.1E-26 | 7.9E-17 | 3.0E-10 | 4.6E-11 | 8.5E+07 |

*: ε : 解析コードの制限値より小さな数値

第3.1.3.4-35表 不確実さ解析結果(放出カテゴリ別)

3.1.3-664

| 原子炉格納容器の状態 | | 分類 | 放出 カテゴリ 記号 | 発生頻度(／炉年) | | | | エラーファクタ |
|--------------|--------------|----------|------------------|-----------|---------|------------|---------|---------|
| | | | | 5% 下限値 | 中央値 | 95% 上限値 | 平均値 | |
| 格納容器 機能喪失 | 格納容器 バイパス | — | F1 | — | — | — | — | — |
| | 格納容器 破損 | エナジエティック | F3A | — | — | — | — | — |
| | | 先行破損 | F3B | — | — | — | — | — |
| | | その他 | F3C | 1.6E-29 | 4.2E-17 | 4.1E-12 | 9.6E-13 | 5.1E+08 |
| | 隔離失敗 | — | F5 | 3.1E-26 | 2.8E-22 | 2.9E-10 | 4.5E-11 | 9.6E+07 |
| 健全(設計漏えい) | | — | F6 | 1.7E-32 | 6.5E-18 | 5.3E-14 | 1.5E-14 | 1.8E+09 |

第 3.1.3.4-36 表 SA 対策に係る感度解析結果

| SA 対策設備あり | | | SA 対策設備なし | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|-------------------|-------------------|---------|---------|----------|------------|-------------------|-------------------|---------|---------|---------|-----|--|
| 津波シナリオ区分 | 津波発生頻度(／年) | CFF(／炉年) | | | 寄与割合(%) | 津波シナリオ区分 | 津波発生頻度(／年) | CFF(／炉年) | | | 寄与割合(%) | | | |
| | | 1次系 建屋 浸水あり | 1次系 建屋 浸水なし | 合計 | | | | 1次系 建屋 浸水あり | 1次系 建屋 浸水なし | 合計 | | | | |
| 1 | 5.5m～9.1m | 4.1E-08 | N/A | 8.0E-14 | 0.2 | 1 | 5.5m～6.0m | 2.4E-08 | N/A | 6.3E-13 | 6.3E-13 | <0.1 | | |
| | | | | | | 2 | 6.0m～7.7m | 1.6E-08 | 2.2E-09 | 1.1E-12 | 2.2E-09 | 63.7 | | |
| | | | | | | 3 | 7.7m～11.0m | 1.2E-09 | 5.1E-10 | 7.0E-10 | 1.2E-09 | 34.8 | | |
| 2 | 9.1m～11.0m | 2.4E-10 | 2.0E-11 | 5.1E-14 | 2.0E-11 | 43.4 | 4 | 11.0m～13.0m | 4.0E-11 | 3.2E-11 | 7.5E-12 | 4.0E-11 | 1.2 | |
| 3 | 11.0m～12.0m | 2.8E-11 | 5.4E-12 | 3.3E-14 | 5.5E-12 | 11.8 | | | | | | | | |
| 4 | 12.0m～13.0m | 1.2E-11 | 1.0E-11 | 1.1E-12 | 1.1E-11 | 24.3 | 5 | 13.0m～ | 9.4E-12 | 9.4E-12 | N/A | 9.4E-12 | 0.3 | |
| 5 | 13.0m～ | 9.4E-12 | 9.4E-12 | N/A | 9.4E-12 | 20.3 | | | | | | | | |
| 合計 | | | 4.5E-11 | 1.3E-12 | 4.6E-11 | 100.0 | 合計 | | | 2.7E-09 | 7.1E-10 | 3.4E-09 | | |
| N/A: 発生せず | | | | | | | | | | | | | | |

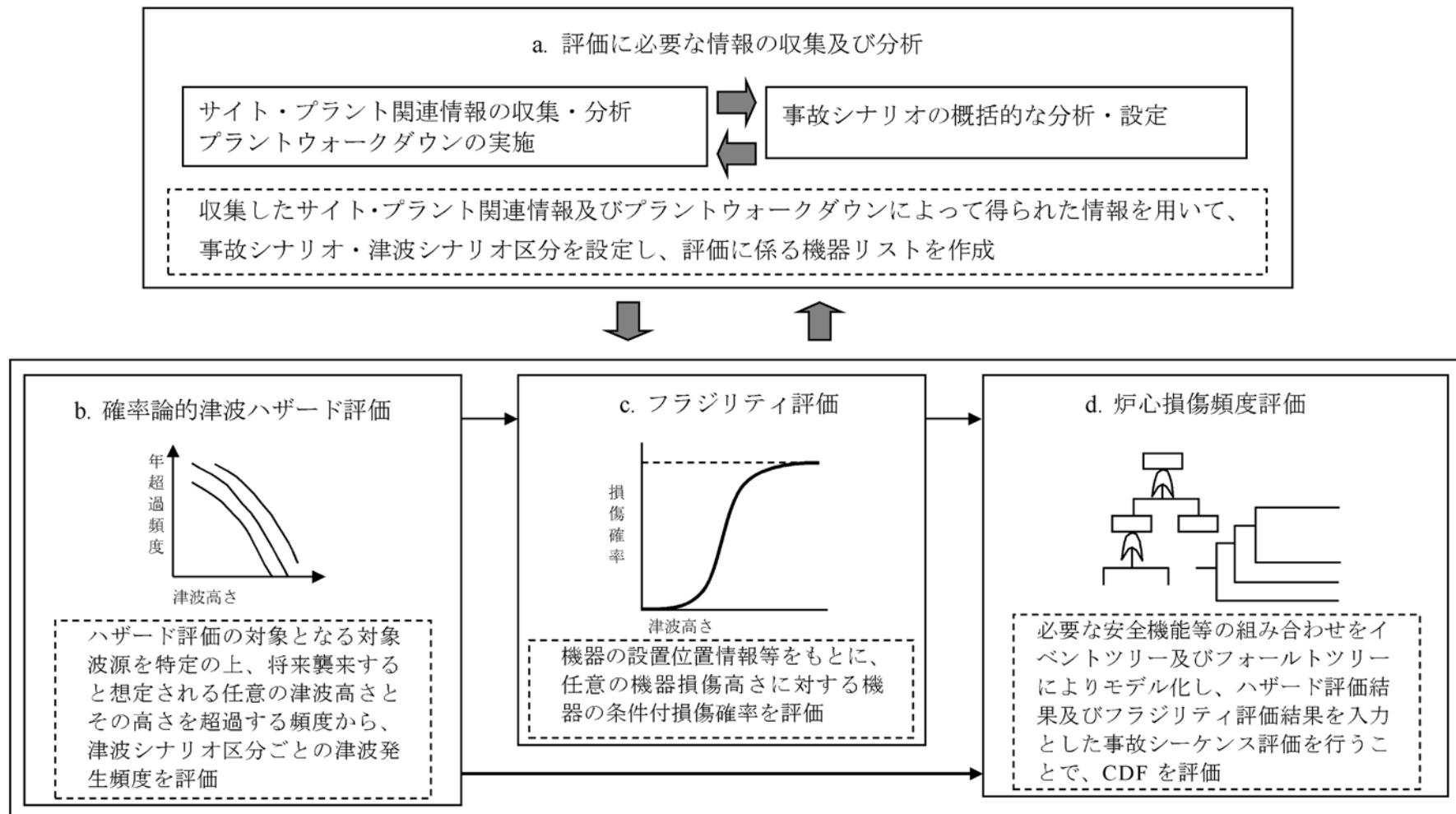
第 3.1.3.4-37 表 引き津波に係る感度解析結果

| 起因事象 | CDF(／炉年) | 寄与割合(%) | 条件付き格納容器機能喪失確率 | CFF(／炉年) | 寄与割合(%) |
|--------------------|----------|---------|----------------|----------|---------|
| 過渡事象 | 1.7E-14 | 0.5 | 8.8E-01 | 1.5E-14 | 0.8 |
| 原子炉補機冷却 海水系の全喪失 | 3.3E-12 | 99.5 | 5.3E-01 | 1.7E-12 | 99.2 |
| 合計 | 3.3E-12 | 100.0 | 5.3E-01 | 1.8E-12 | 100.0 |

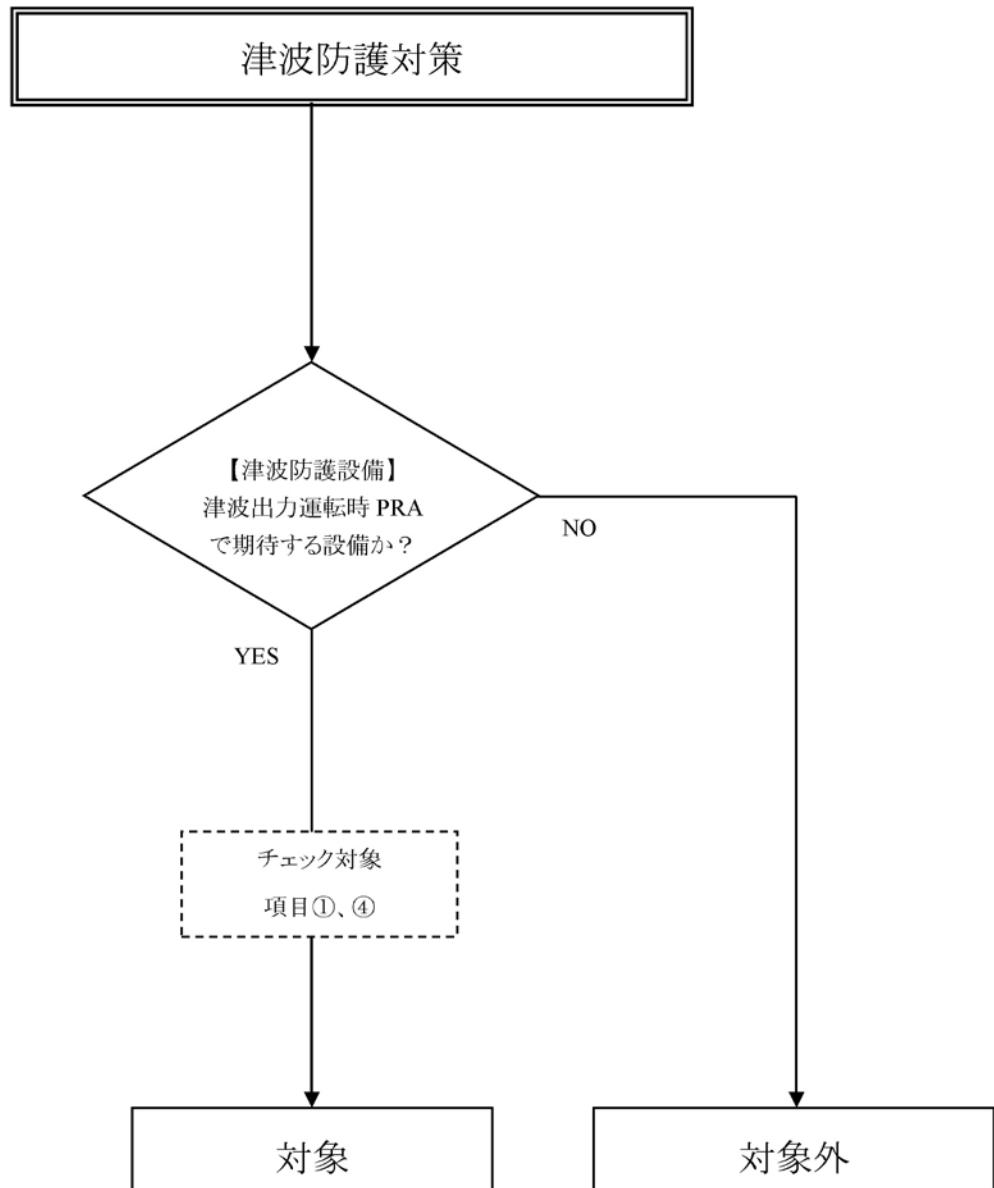
第3.1.3.4-38表 放出カテゴリごとのCs-137放出量の評価結果

| 原子炉格納容器の状態 | | 分類 | 放出 カテゴリ 記号 | 発生頻度 (／炉年) | | ソースターム解析結果 (Cs-137放出量の定量的 結果又は定性的結果) (TBq) |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------------|---------|---|
| 格納容器 機能喪失 | 格納容器 バイパス | — | F1 | ϵ | 4.6E-11 | >100 |
| | 格納容器 破損 | エナジエ ティック | F3A | ϵ | | >100 |
| | | 先行破損 | F3B | ϵ | | >100 |
| | | その他 | F3C | 1.3E-12 | | >100 |
| | 隔離失敗 | — | F5 | 4.5E-11 | | >100 |
| | 健全(設計漏えい) | — | F6 | 1.4E-14 | | 0.86 |

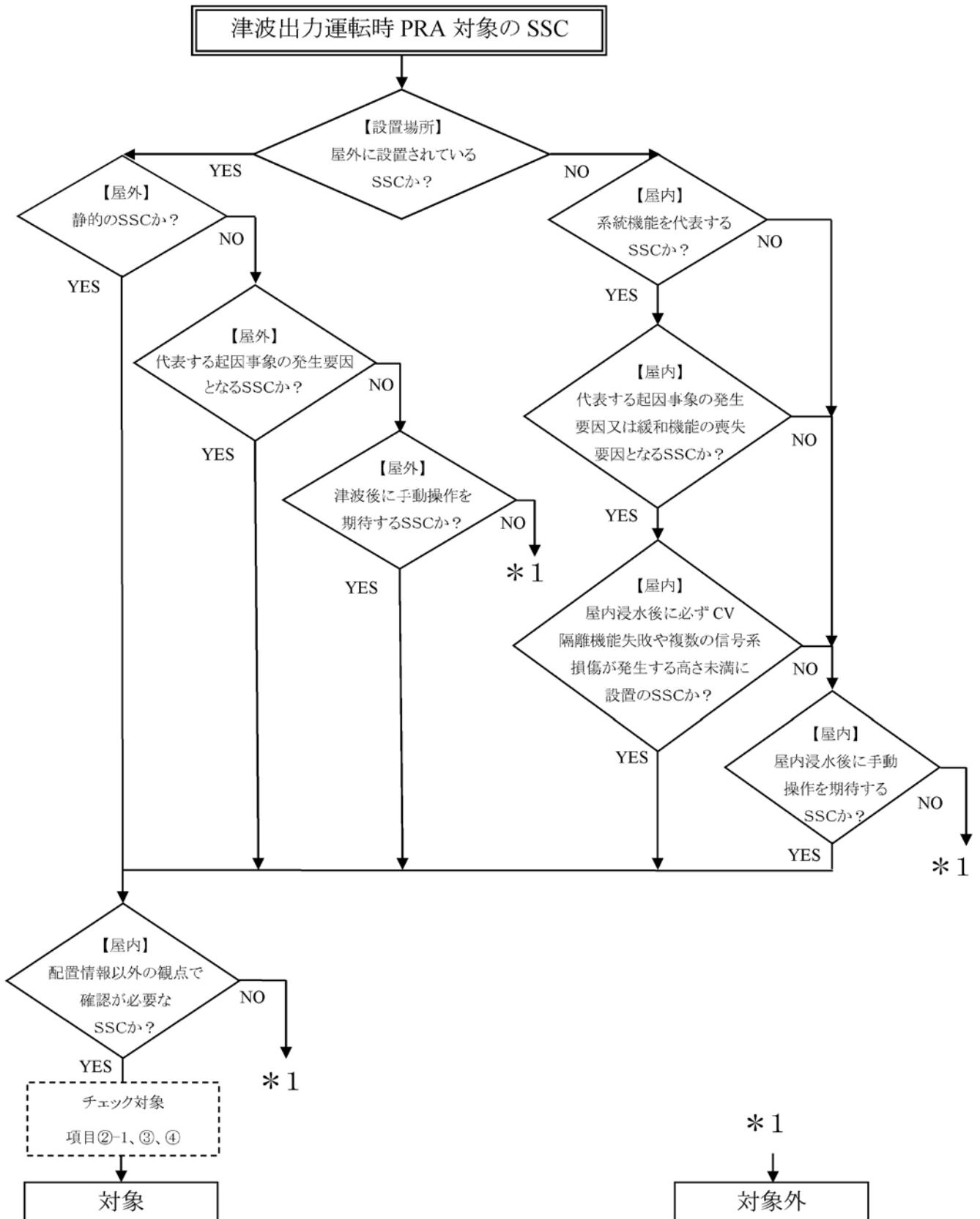
ϵ :カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満



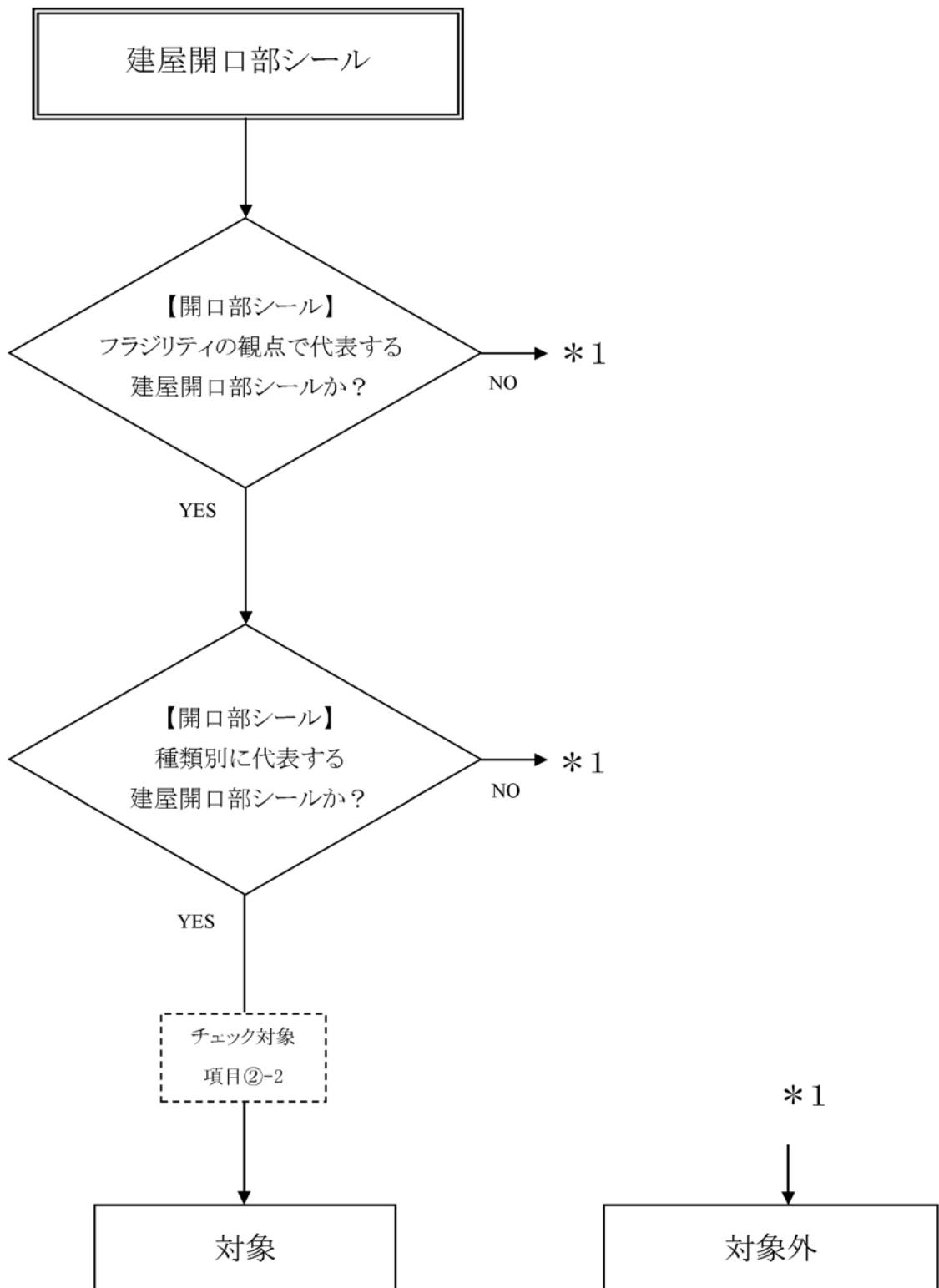
第 3.1.3.4-1 図 津波出力運転時レベル 1PRA の評価フロー



第 3.1.3.4-2 図 プラントウォークダウン調査対象 SSC の選定フロー (1/3)



第 3.1.3.4-2 図 プラントウォークダウン調査対象 SSC の選定フロー (2/3)



第 3.1.3.4-2 図 プラントウォークダウン調査対象 SSC の選定フロー (3/3)

津波PRAプラントウォークダウンチェックシート

SSC種別: 津波防護設備、屋外設置のSSC、屋内設置のSSC、建屋開口部シール

SSC名: _____

機器番号: _____

設置建屋: _____

設置高さ: _____

[チェック対象項目]

要 否

① 津波防護設備の確認

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|

②-1 SSCに影響を与える波力・漂流物衝突・洗掘の確認

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|

②-2 建屋開口部シールの確認

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|

③ 津波後のアクセス性及び現場操作の確認

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|

④ 津波PRAで特別に考慮するモデル化の前提条件の確認

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|

総合評価

実施日: _____

実施者: _____

津波I-1

第 3.1.3.4-3 図 津波出力運転時 PRA プラントウォークダウン チェックシート(1/4)

SSC名: _____

①津波防護設備の確認

1. 津波防護設備の構造・設置状況が、津波PRAでの想定から大きく逸脱していない

Y N U N/A

②影響を受ける可能性のあるSSCの確認

②-1 SSCに影響を与える波力・漂流物衝突・洗掘の確認

②-1-1 SSCに影響を与える波力の確認

1. 対象SSCが波力の影響を受けない位置にある、または対象SSCの周辺に、波力の影響を緩和する設備・建屋・構築物等がある

Y N U N/A

特記事項

波力の影響: (受ける 、 受けない)

波力を緩和する設備等 (壁・堰 、 建屋 、 その他 _____ 、 無し)

②-1-2 SSCに影響を与える漂流物衝突の確認

1. 対象SSCの周辺に漂流物となりうる物体が無い、または対象SSCの周辺に、漂流物の到達を阻害する設備・建屋・構築物等がある

Y N U N/A

特記事項

漂流物となりうる物体: (コンテナ 、 自動車 、 その他 _____ 、 無し)

漂流物の到達を阻害する設備等 (壁・堰 、 建屋 、 その他 _____ 、 無し)

②-1-3 SSCに影響を与える洗掘の確認

1. 対象SSCが設置されている基礎は洗掘の発生しない構造である、または対象SSCの周辺に、津波流速の緩和等により洗掘の発生を阻害する設備・建屋・構築物等がある

Y N U N/A

特記事項

洗掘の影響: (発生する 、 発生しない)

洗掘の発生を阻害する設備等: (壁・堰 、 建屋 、 その他 _____ 、 無し)

(記号の説明) Y:YES, N:NO, U:調査不可, N/A:対象外

津波I-2

第 3.1.3.4-3 図 津波出力運転時 PRA プラントウォークダウン チェックシート(2/4)

SSC名: _____

②-1-4 評価前提条件の確認(波力・漂流物衝突・洗掘の影響を受けるSSC)

- | | Y | N | U | N/A |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 対象SSCの構造図と相違点は無い | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 基礎ボルト(又は設置面溶接部)、及び支持構造物に外見上の異常 (腐食・亀裂等)は無い(ボルトの場合は締め付けについても確認) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. 対象SSC周辺の配管に外見上の異常(腐食・亀裂等)は無い | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

②-2 建屋開口部シールの確認

- | | Y | N | U | N/A |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 対象建屋開口部シールに外見上の異常(腐食・亀裂等)は無い | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 対象SSCが波力の影響を受けない位置にある、または対象SSC の周辺に、波力の影響を緩和する設備・建屋・構築物等がある | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

特記事項

波力の影響: (受ける 、 受けない)

波力を緩和する設備等 (壁・堰 、 建屋 、 その他 _____ 、 無し)

3. 対象SSCの周辺に漂流物となりうる物体が無い、または対象SSC
の周辺に、漂流物の到達を阻害する設備・建屋・構築物等がある
- | | Y | N | U | N/A |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

特記事項

漂流物となりうる物体: (コンテナ 、 自動車 、 その他 _____ 、 無し)

漂流物の到達を阻害する設備等 (壁・堰 、 建屋 、 その他 _____ 、 無し)

(記号の説明) Y:YES, N:NO, U:調査不可, N/A:対象外

津波I-3

第 3.1.3.4-3 図 津波出力運転時 PRA プラントウォークダウン チェックシート(3/4)

SSC名: _____

③津波後のアクセス性及び現場操作の確認

| | Y | N | U | N/A |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 対象SSCの識別が可能である | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. 津波の影響(波力や漂流物衝突等)により、対象SSCへの アクセスルートが塞がれる可能性は無い | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. 現場での操作が可能である | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. 操作のための場所が確保できている | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. SSCの作動状態が確認できる | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

④津波PRAで特別に考慮するモデル化の前提条件の確認

| | Y | N | U | N/A |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. モデル化の前提条件が適切である | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

津波PRAで特別に考慮するモデル化の前提条件

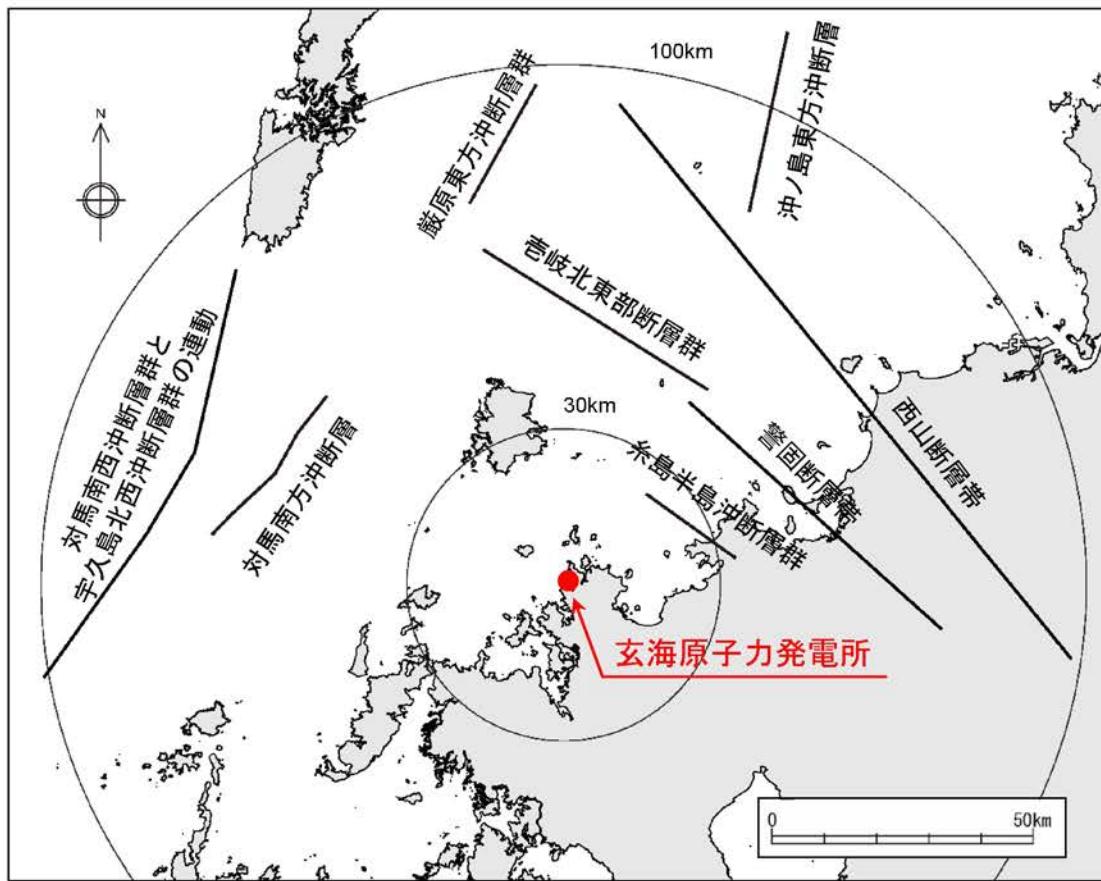
前提条件:

確認結果:

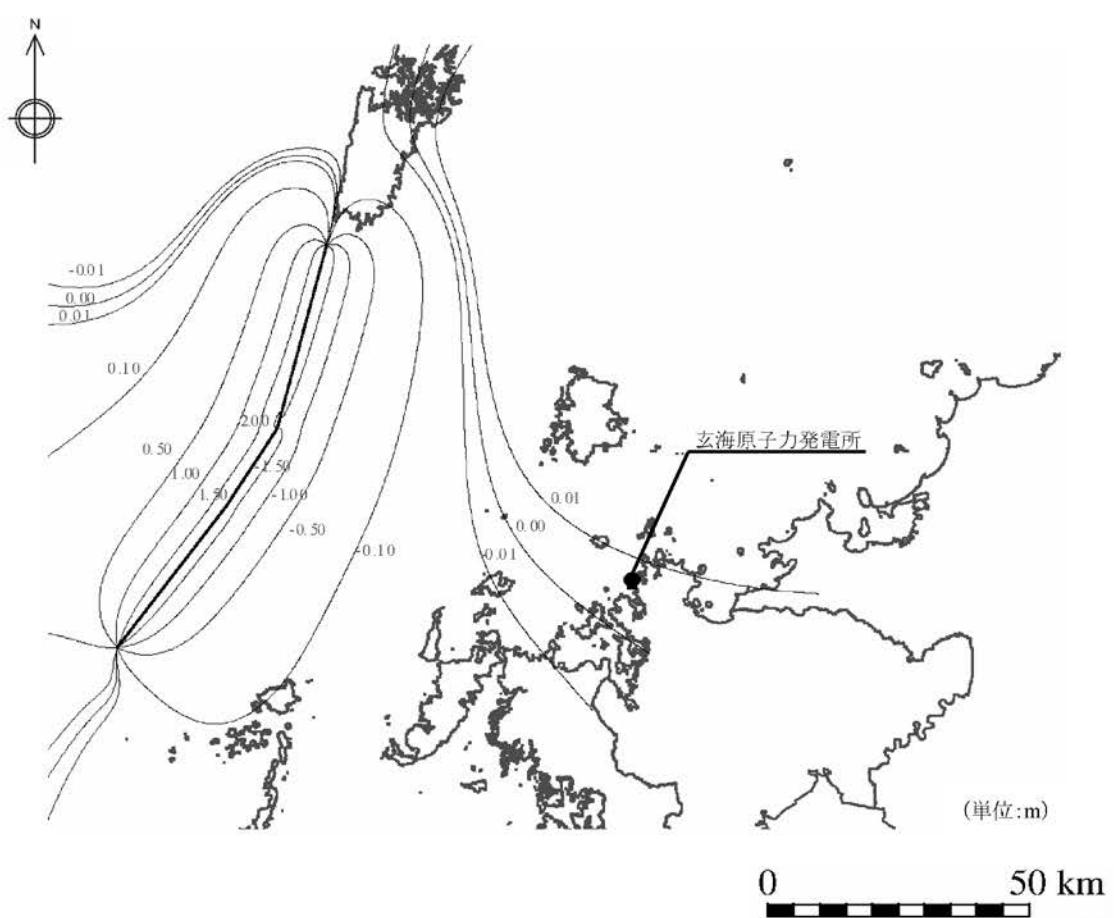
(記号の説明) Y:YES, N:NO, U:調査不可, N/A:対象外

津波I-4

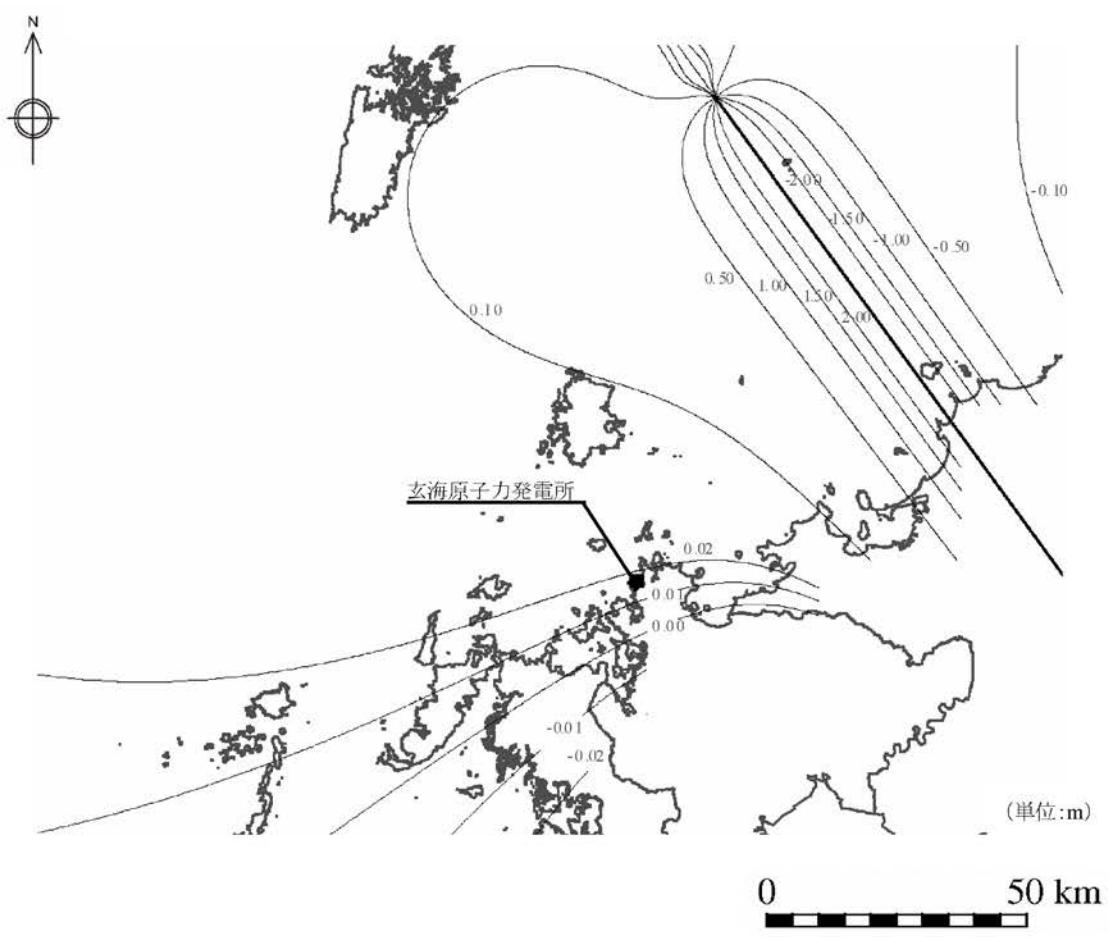
第 3.1.3.4-3 図 津波出力運転時 PRA プラントウォークダウン チェックシート(4/4)



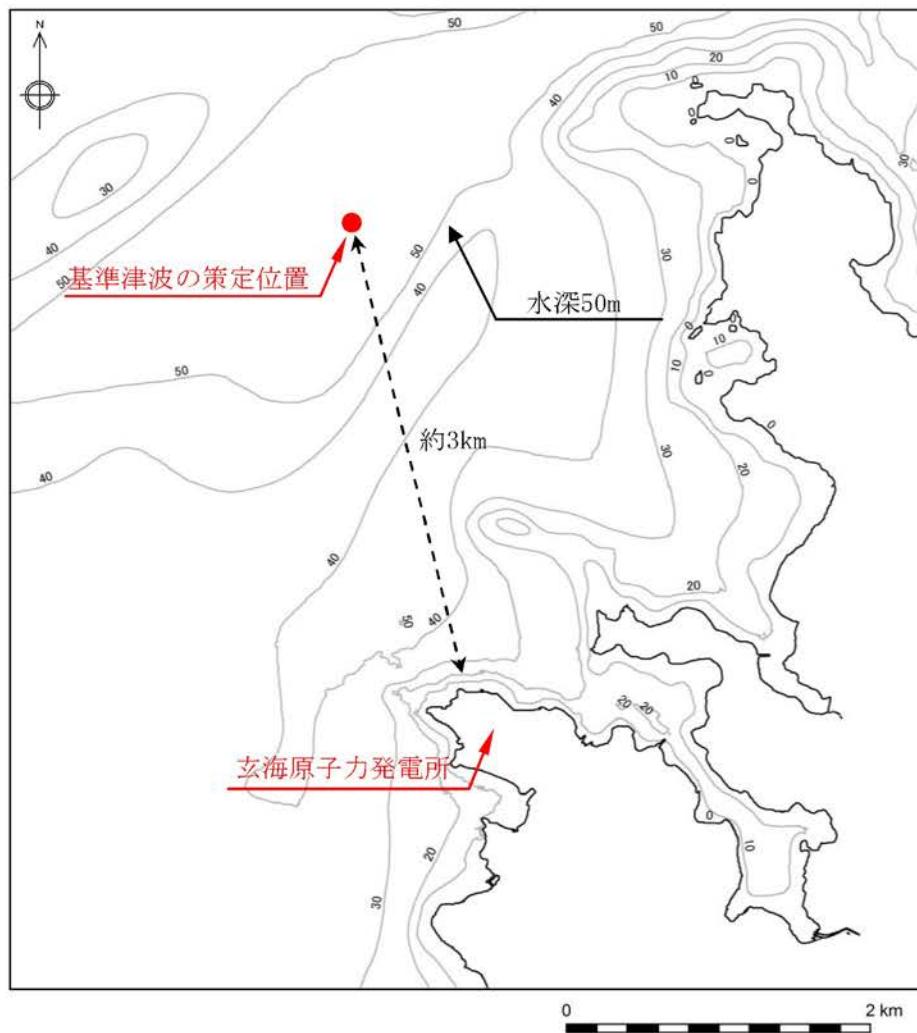
第 3.1.3.4-4 図 各波源の位置



第 3.1.3.4-5 図 基準津波の地盤変動量分布
(水位上昇側:対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の連動) (1/2)



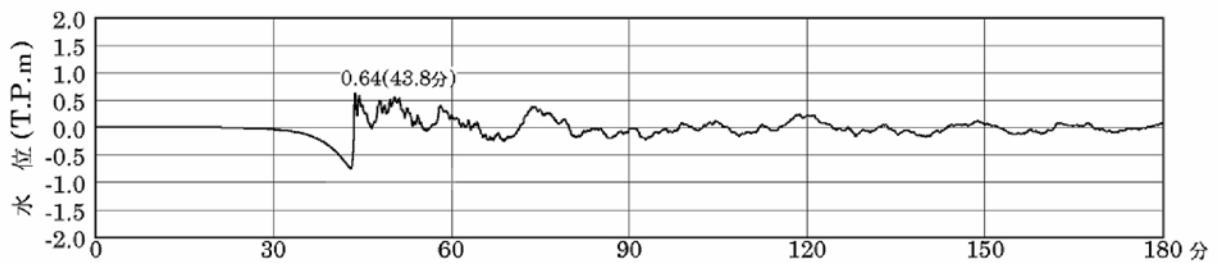
第 3.1.3.4-5 図 基準津波の地盤変動量分布
(水位下降側:西山断層帶) (2/2)



第 3.1.3.4-6 図 基準津波の策定位置

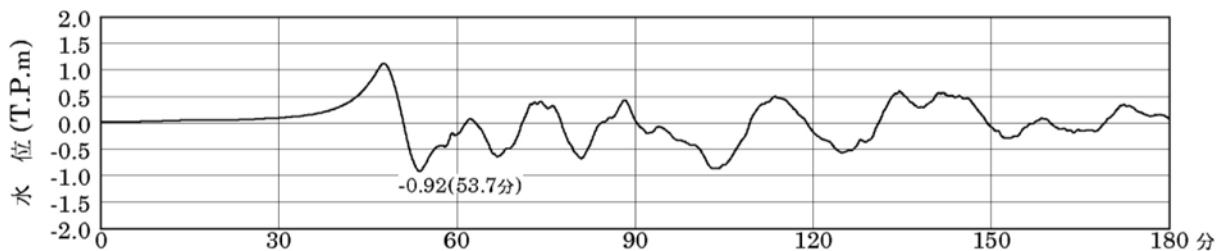
【水位上昇側】

対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の運動

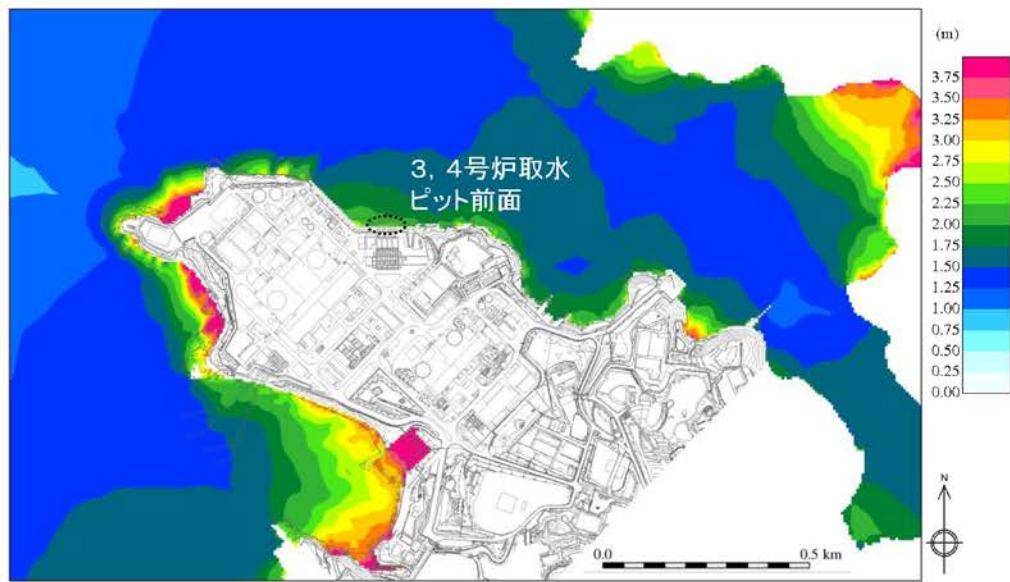


【水位下降側】

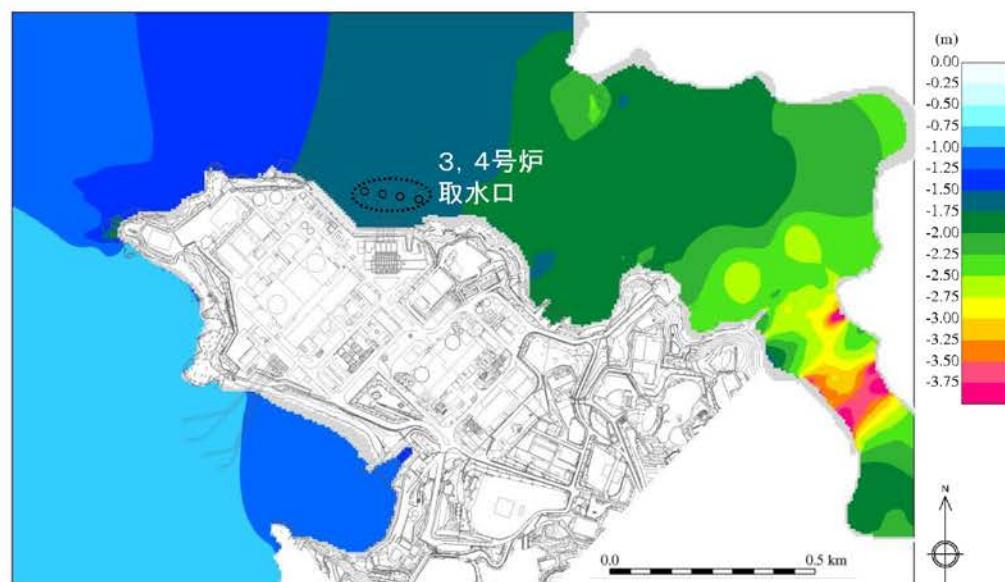
西山断層帶



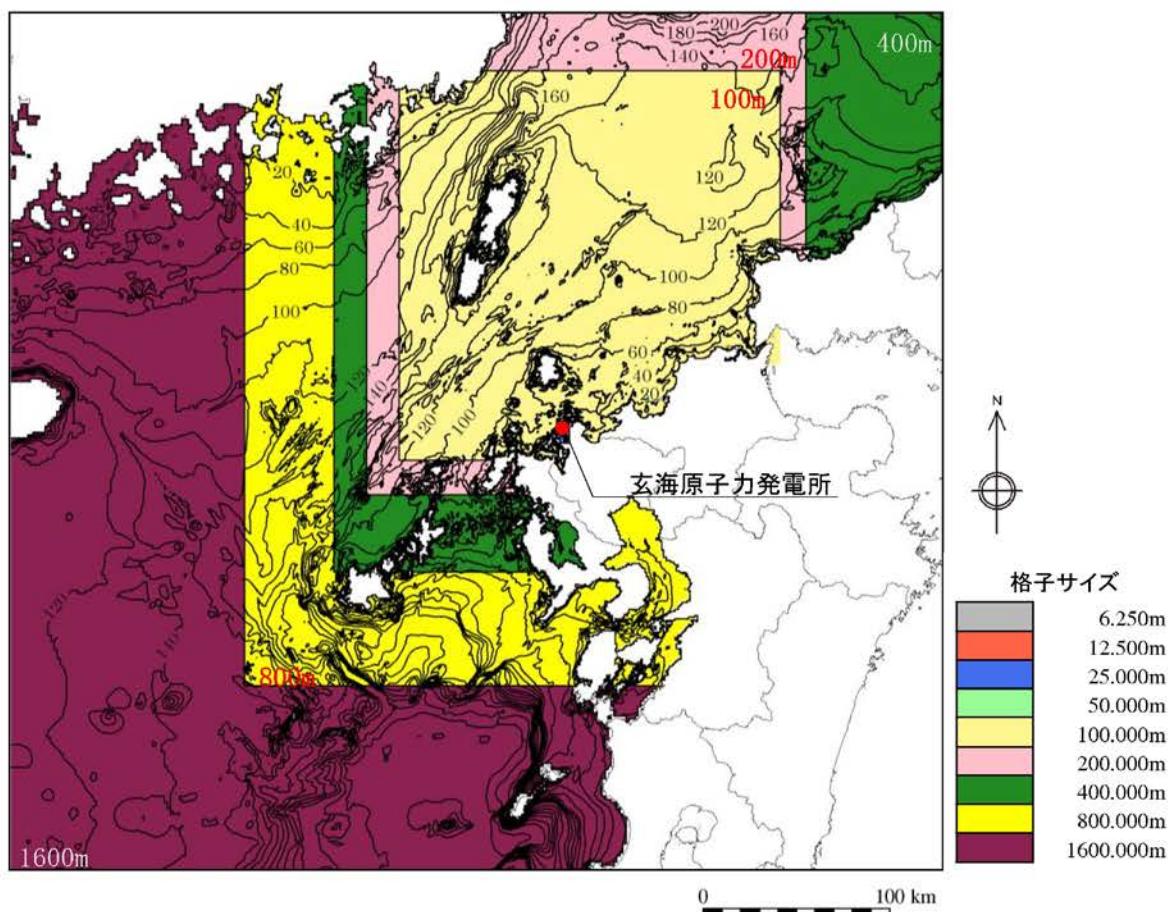
第 3.1.3.4-7 図 基準津波の時刻歴波形(初期潮位:T.P. \pm 0.00m)



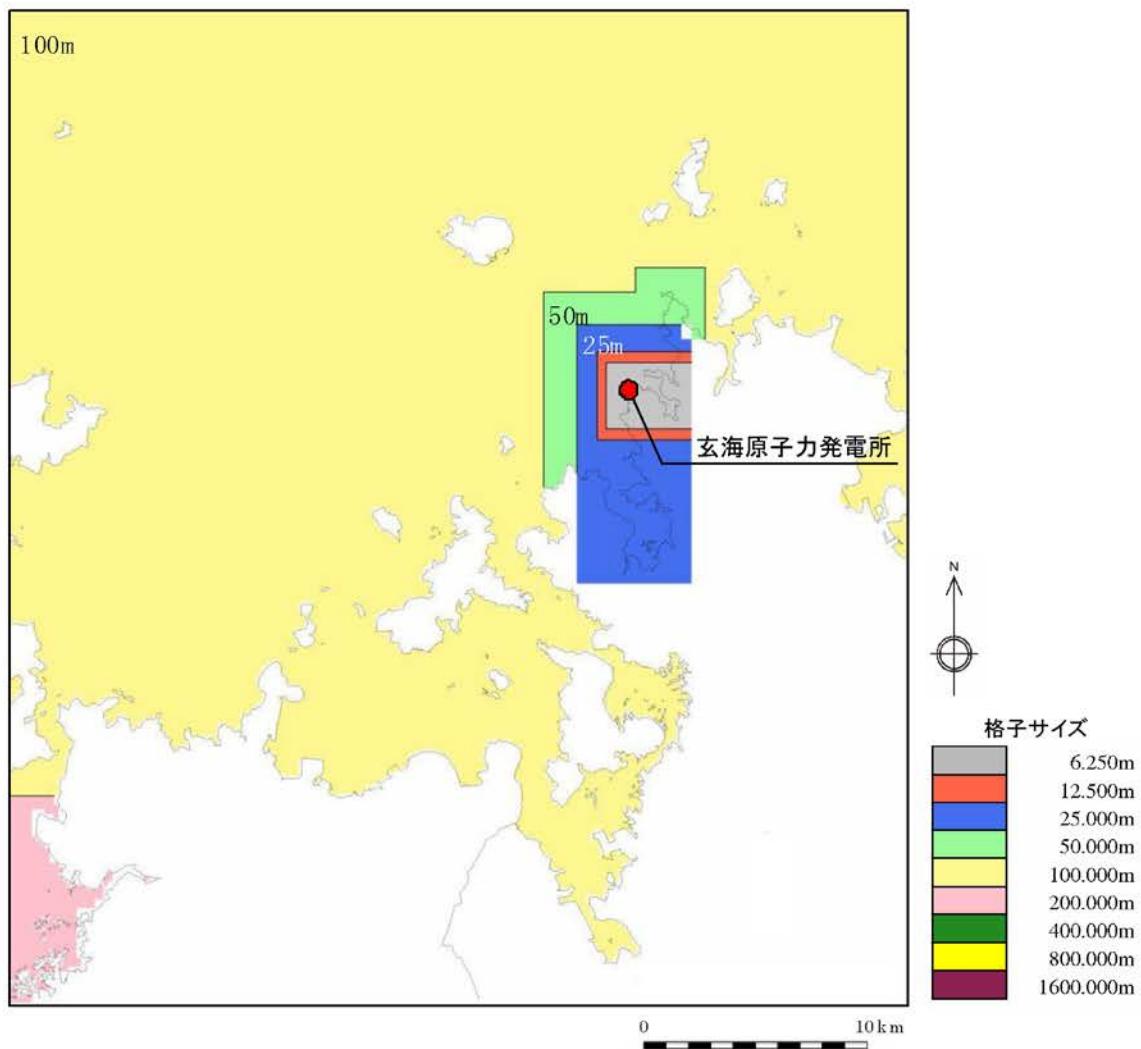
第 3.1.3.4-8 図 基準津波の最大水位上昇量分布(初期潮位:T.P.±0.00m) (1/2)



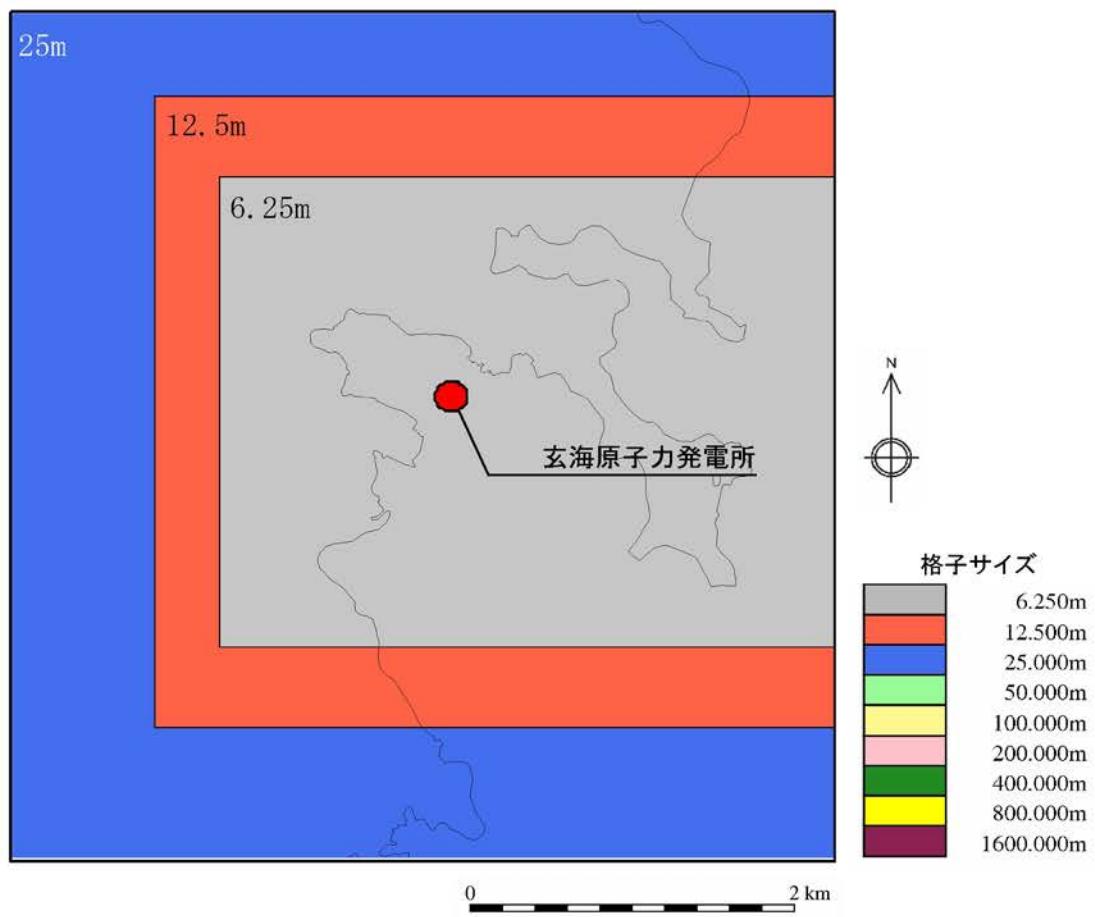
第 3.1.3.4-8 図 基準津波の最大水位下降量分布(初期潮位:T.P.±0.00m) (2/2)



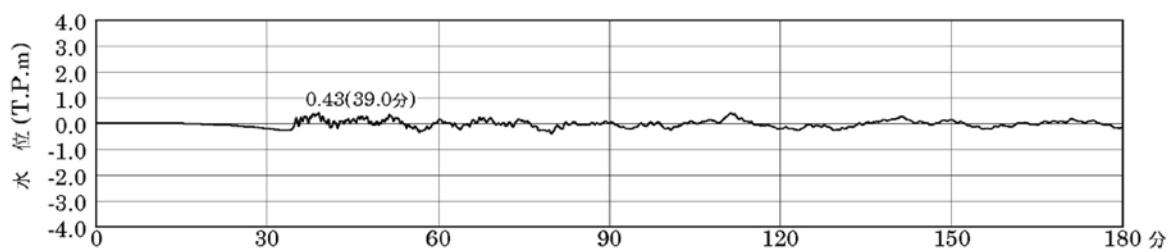
第 3.1.3.4-9 図 計算格子分割(計算領域全体) (1/3)



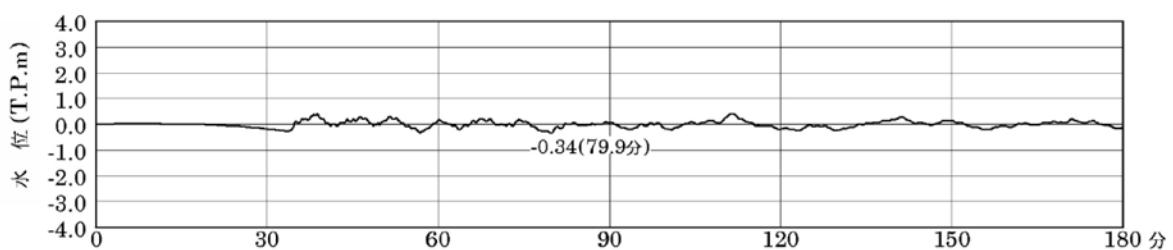
第 3.1.3.4-9 図 計算格子分割(敷地全面海域) (2/3)



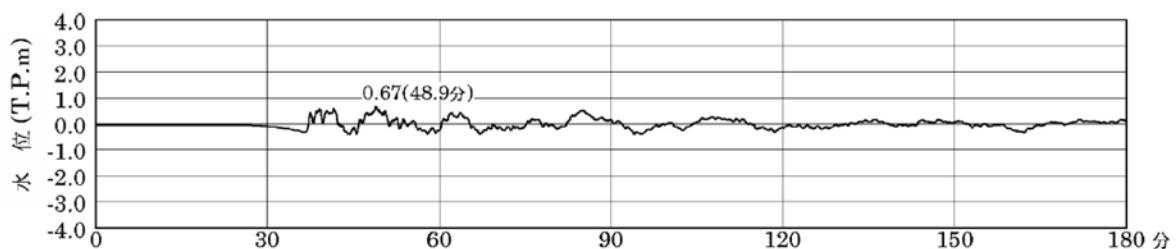
第 3.1.3.4-9 図 計算格子分割(敷地近傍海域) (3/3)



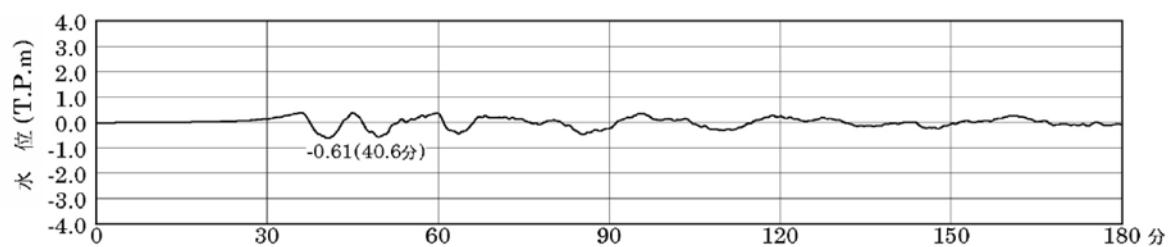
第 3.1.3.4-10 図 警固断層帶による地震に伴う津波の時刻歴波形
(水位上昇側:取水ピット前面位置) (1/2)



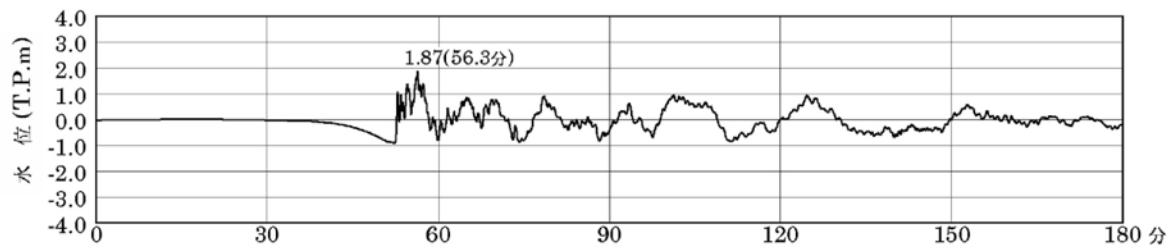
第 3.1.3.4-10 図 警固断層帶による地震に伴う津波の時刻歴波形
(水位下降側:取水口位置) (2/2)



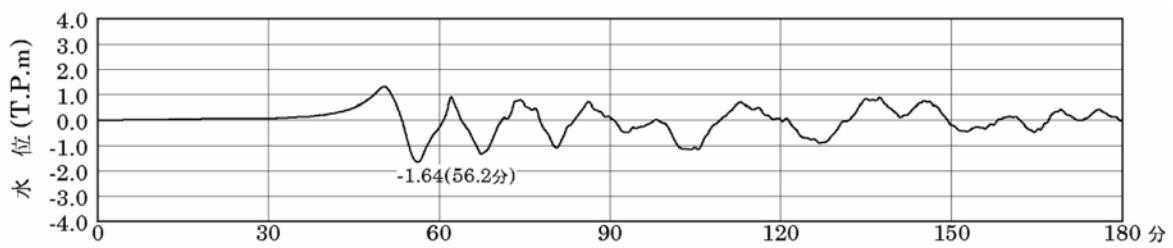
第 3.1.3.4-11 図 壱岐北東部断層群による地震に伴う津波の時刻歴波形
(水位上昇側:取水ピット前面位置) (1/2)



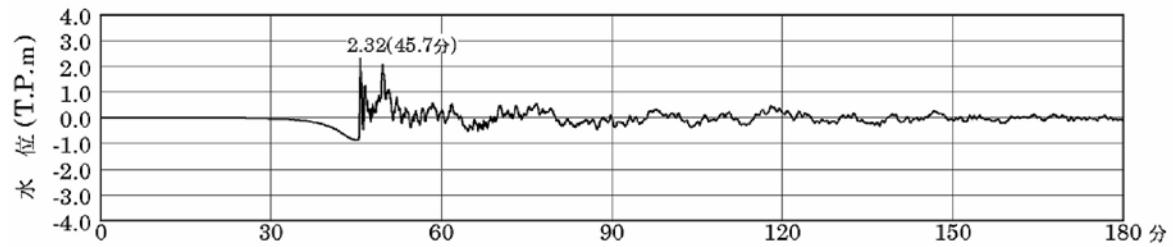
第 3.1.3.4-11 図 壱岐北東部断層群による地震に伴う津波の時刻歴波形
(水位下降側:取水口位置) (2/2)



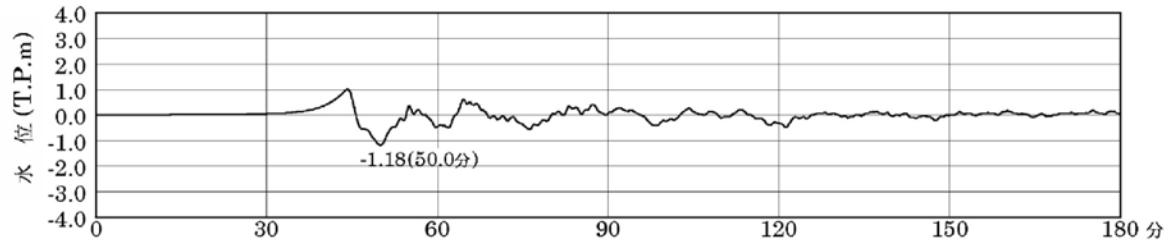
第 3.1.3.4-12 図 西山断層帯による地震に伴う津波の時刻歴波形
(水位上昇側:取水ピット前面位置) (1/2)



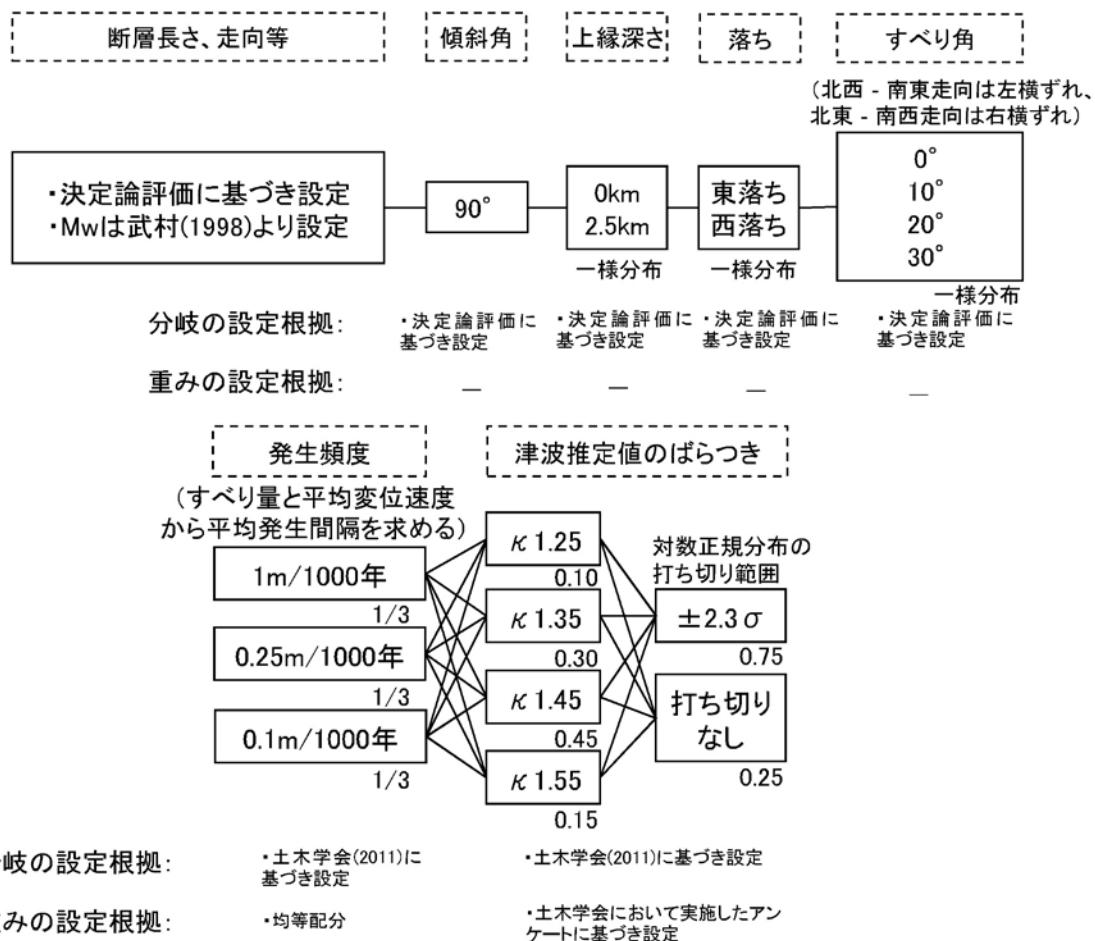
第 3.1.3.4-12 図 西山断層帯による地震に伴う津波の時刻歴波形
(水位下降側:取水口位置) (2/2)



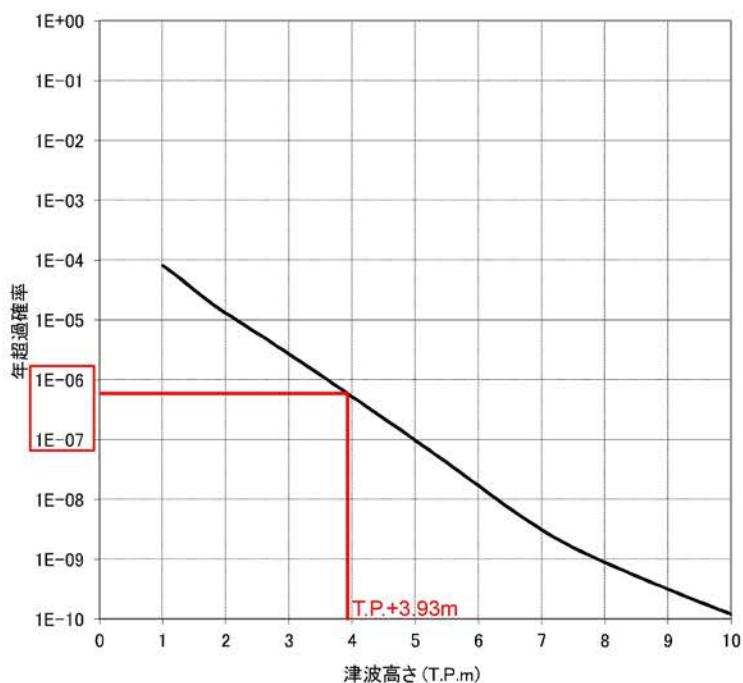
第 3.1.3.4-13 図 対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の運動による地震に伴う
津波の時刻歴波形(水位上昇側:取水ピット前面位置) (1/2)



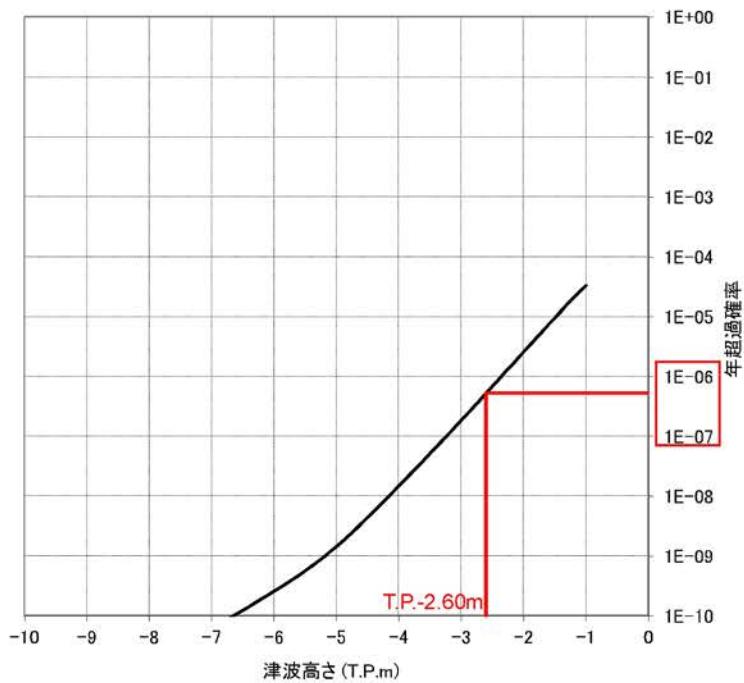
第 3.1.3.4-13 図 対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の運動による地震に伴う
津波の時刻歴波形(水位下降側:取水口位置) (2/2)



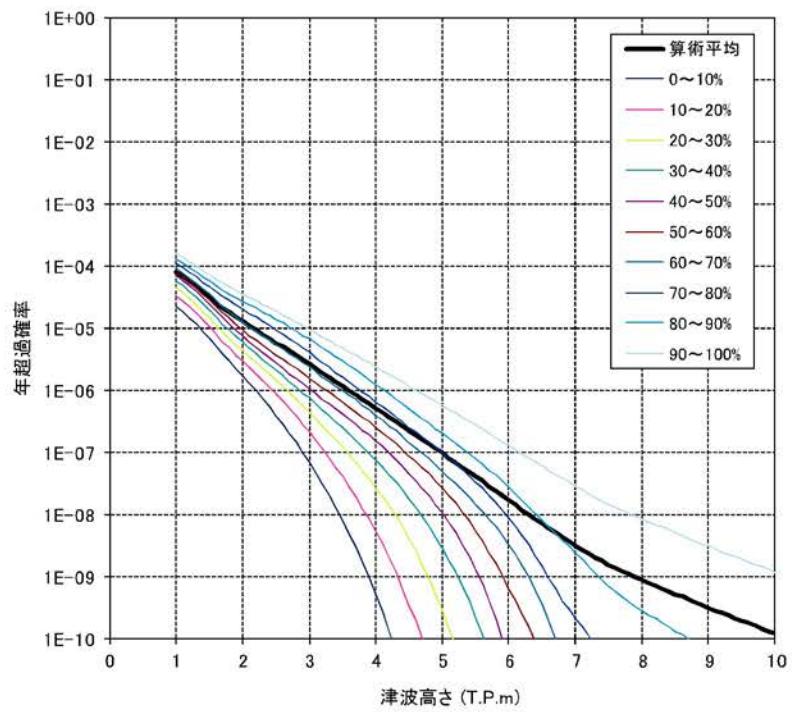
第 3.1.3.4-14 図 ロジックツリー(海域活断層による地殻内地震)



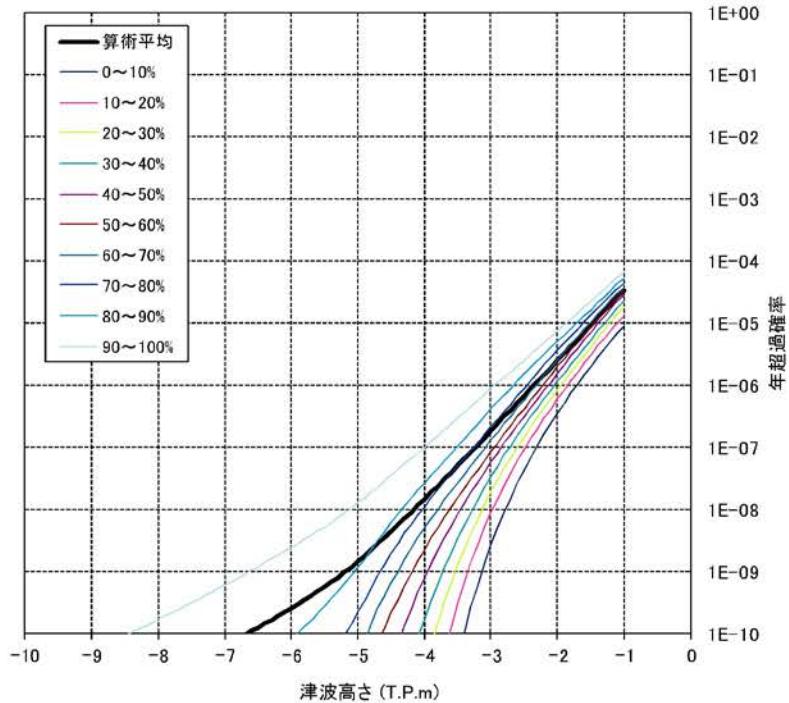
第 3.1.3.4-15 図 取水ピット前面位置における津波ハザード曲線
(水位上昇側) (1/2)



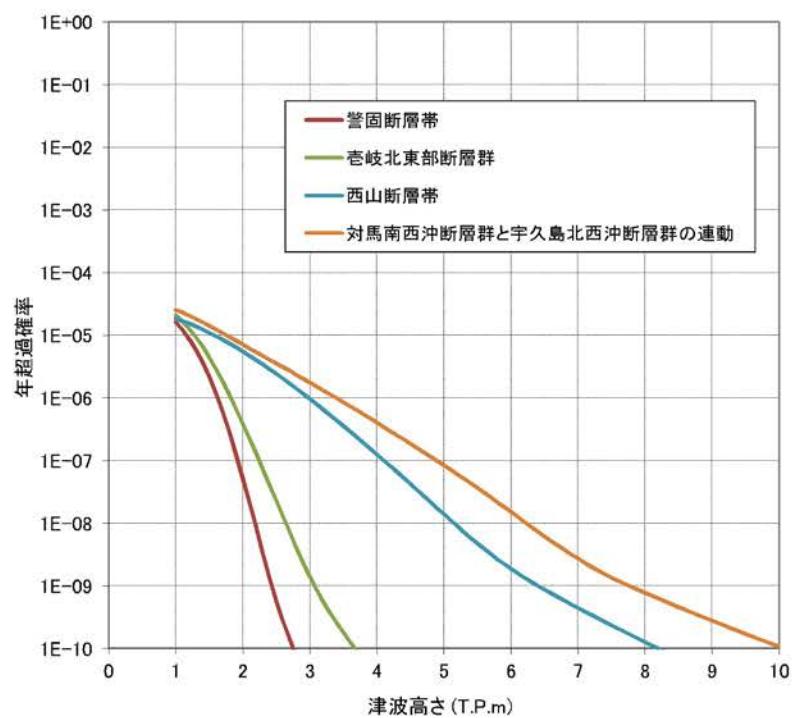
第 3.1.3.4-15 図 取水口位置における津波ハザード曲線
(水位下降側) (2/2)



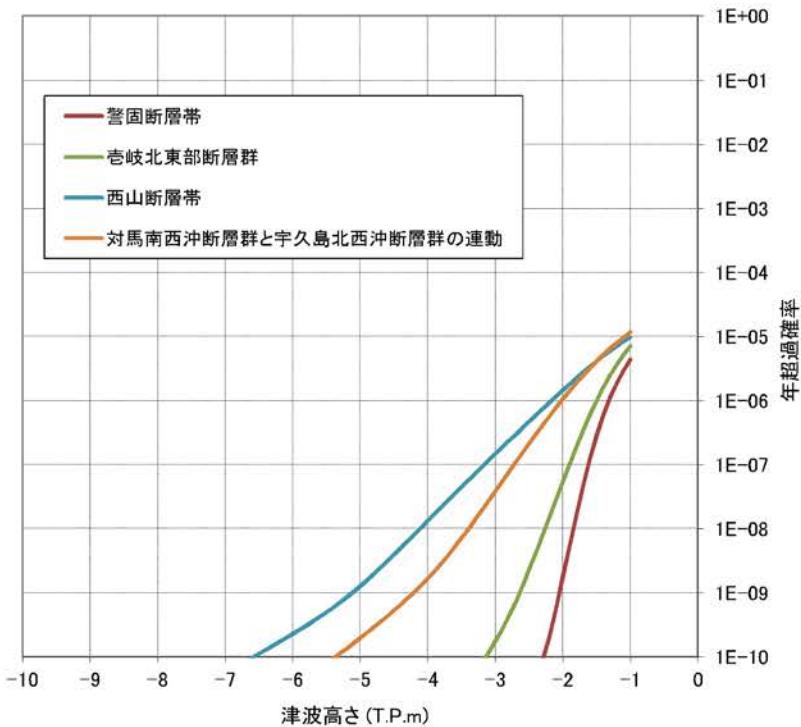
第 3.1.3.4-16 図 取水ピット前面位置におけるフラクタイルハザード曲線
(水位上昇側) (1/2)



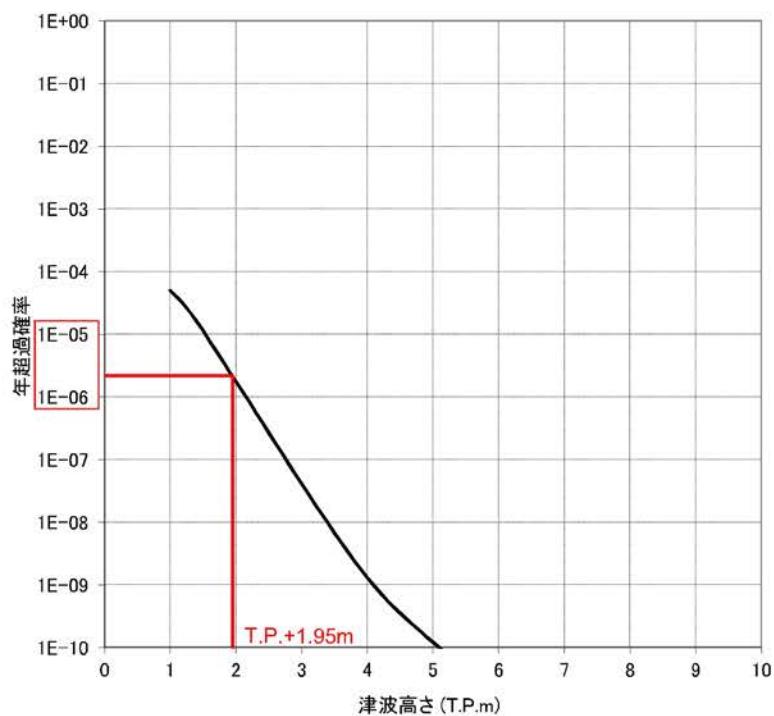
第 3.1.3.4-16 図 取水口位置におけるフラクタイルハザード曲線
(水位下降側) (2/2)



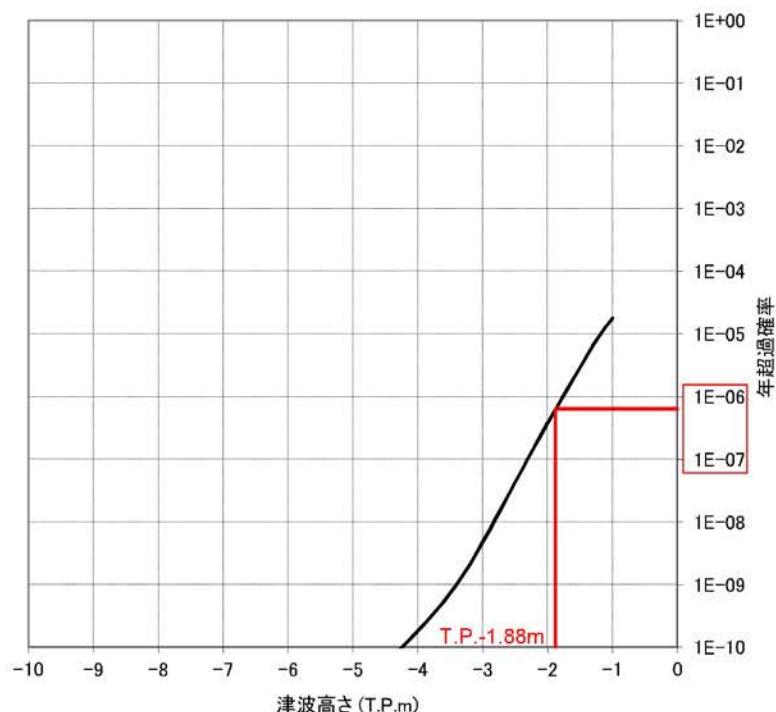
第 3.1.3.4-17 図 取水ピット前面位置における波源ごとの寄与度
(水位上昇側) (1/2)



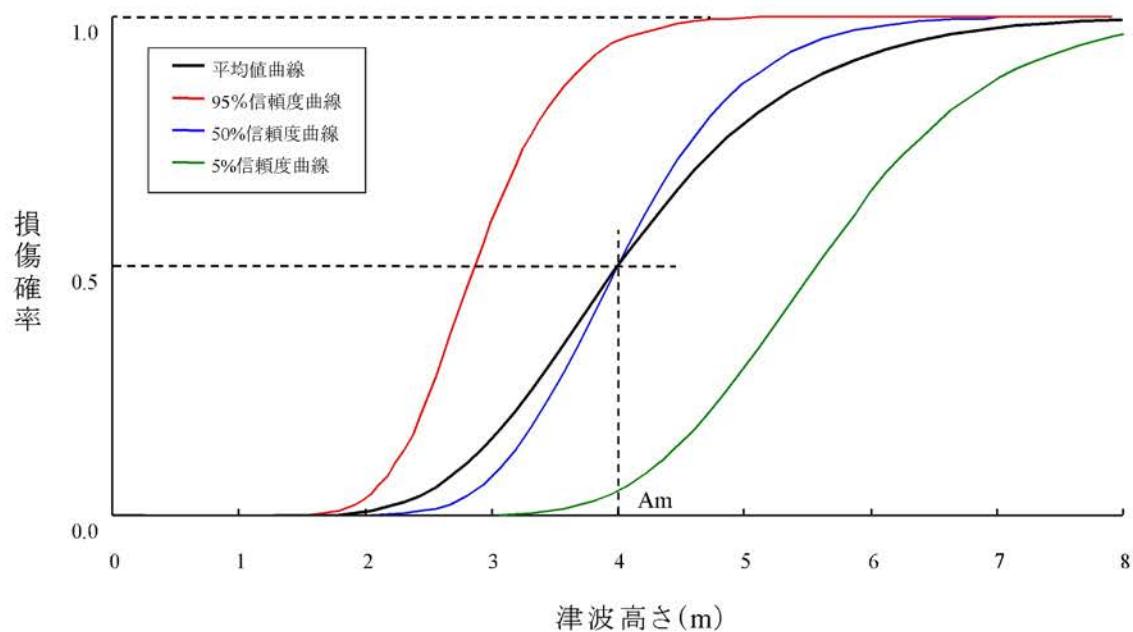
第 3.1.3.4-17 図 取水口位置における波源ごとの寄与度
(水位下降側) (2/2)



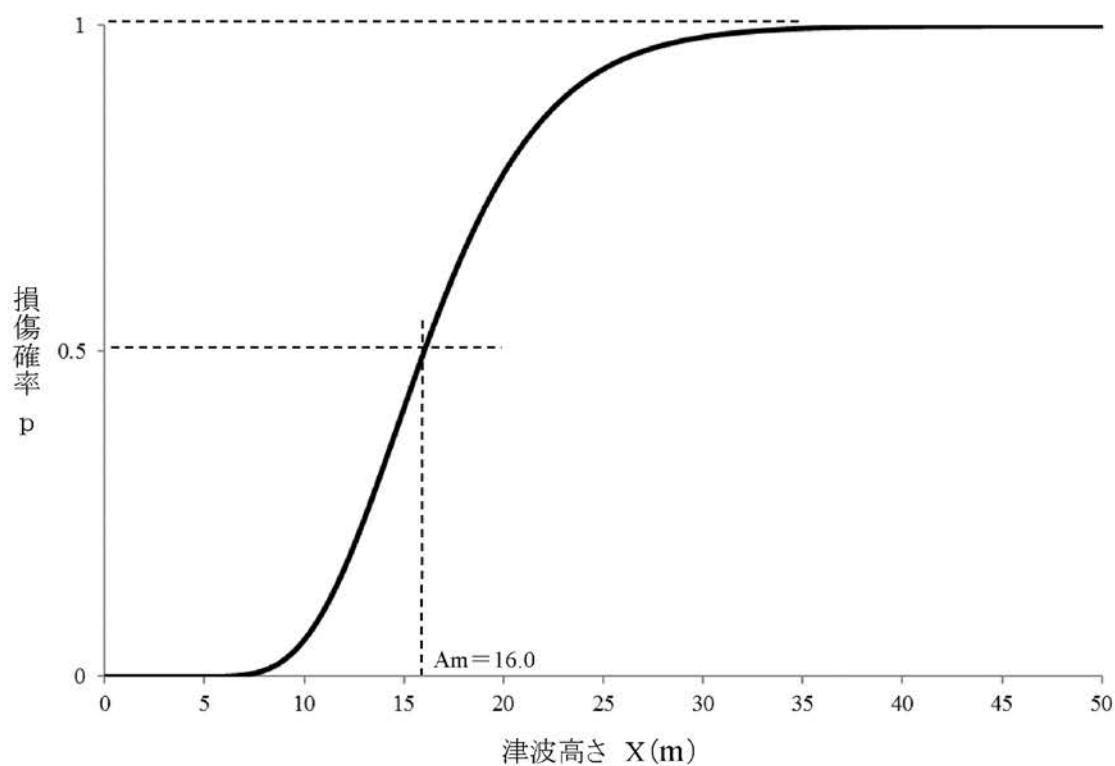
第 3.1.3.4-18 図 基準津波の策定位置における津波ハザード曲線
(水位上昇側) (1/2)



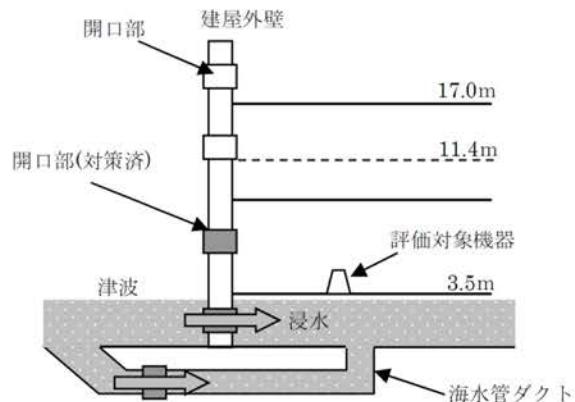
第 3.1.3.4-18 図 基準津波の策定位置における津波ハザード曲線
(水位下降側) (2/2)



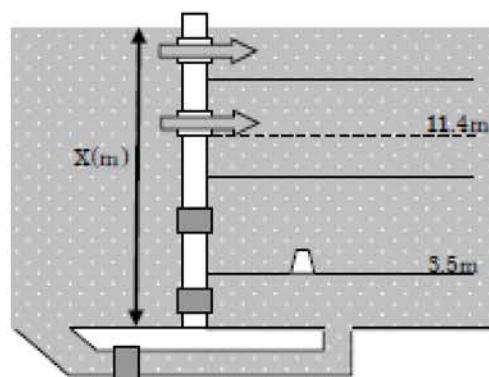
第 3.1.3.4-19 図 信頼度に応じたフラジリティ曲線のイメージ



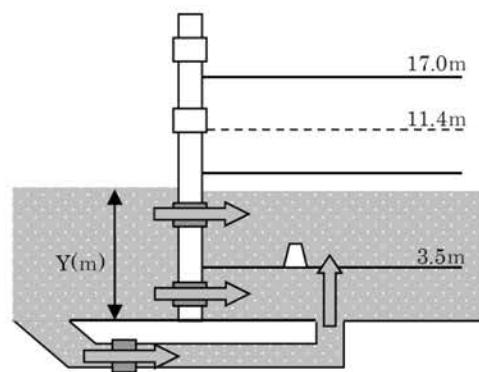
第 3.1.3.4-20 図 フラジリティ曲線(屋外:機器設置高さ EL.+16.0m)



(1):津波高さが機器設置高さより低い場合は、シールの損傷有無に係らず、機器は損傷しない

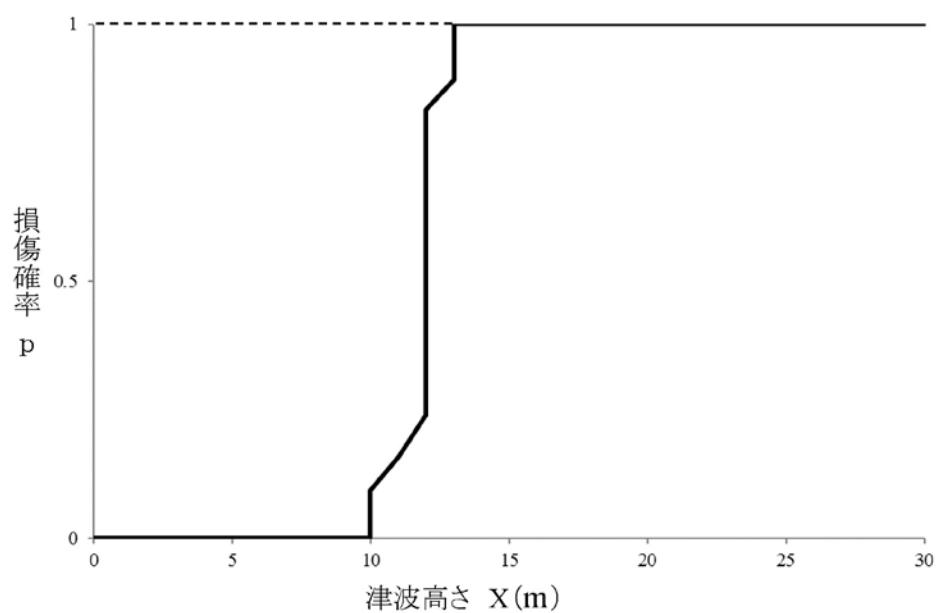


(2):シールが損傷しない場合でも津波高さがシールのないEL以上(ここではX>11.4メートル)になると機器の水没に至る水量が流入する

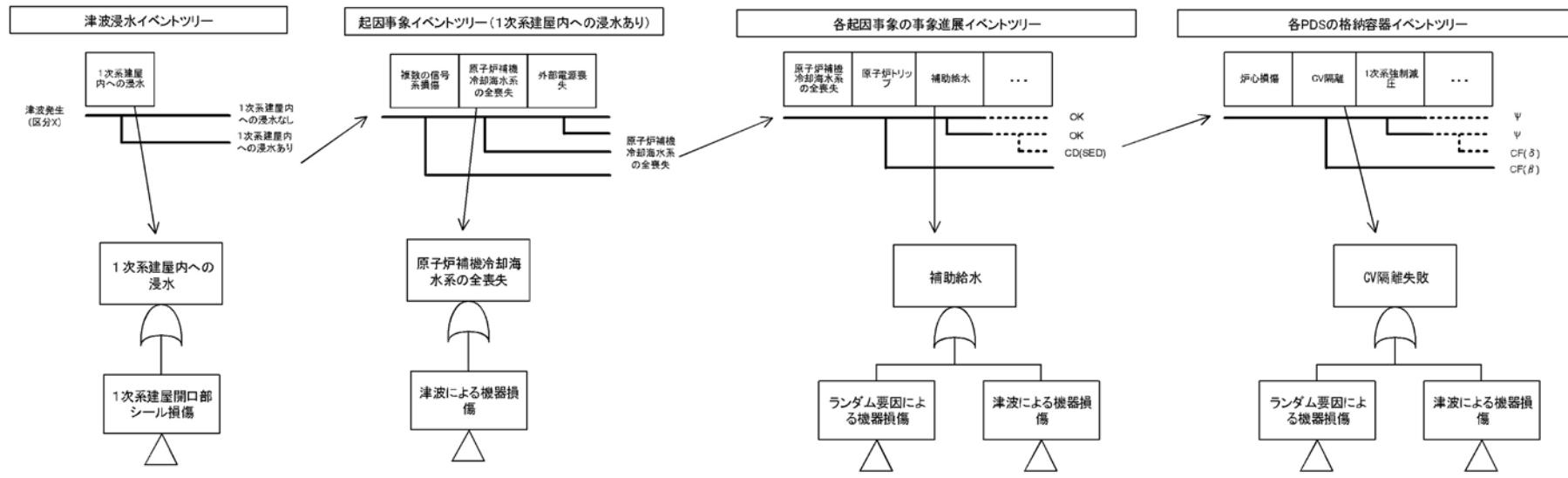


(3):シールが損傷した場合には津波高さと同じELまで水位が上昇する

第 3.1.3.4-21 図 屋内設置設備に関するフラジリティ評価の概念



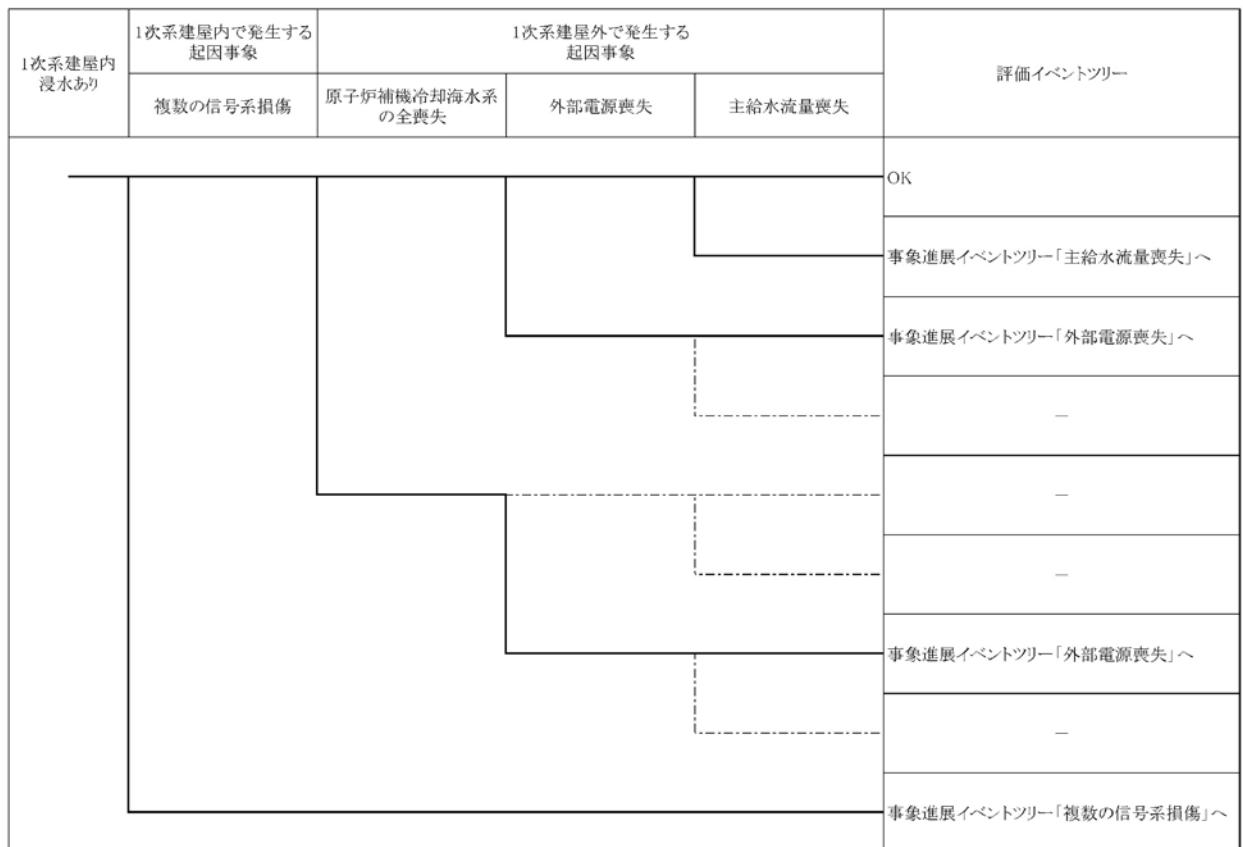
第 3.1.3.4-22 図 フラジリティ曲線 (屋内:機器設置高さ EL.+10.0m 以下)



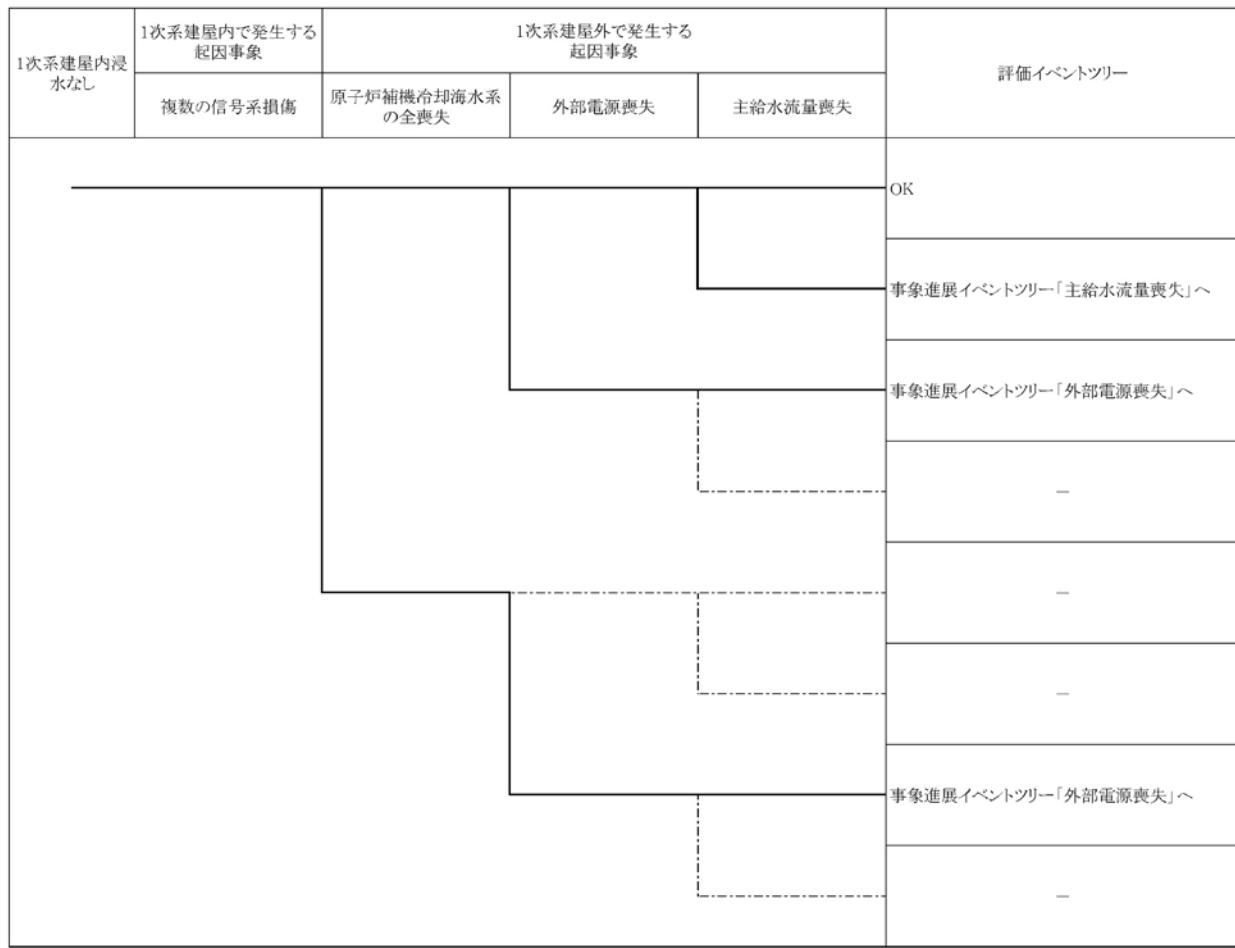
第 3.1.3.4-23 図 津波出力運転時 PRA におけるシステム評価の流れ



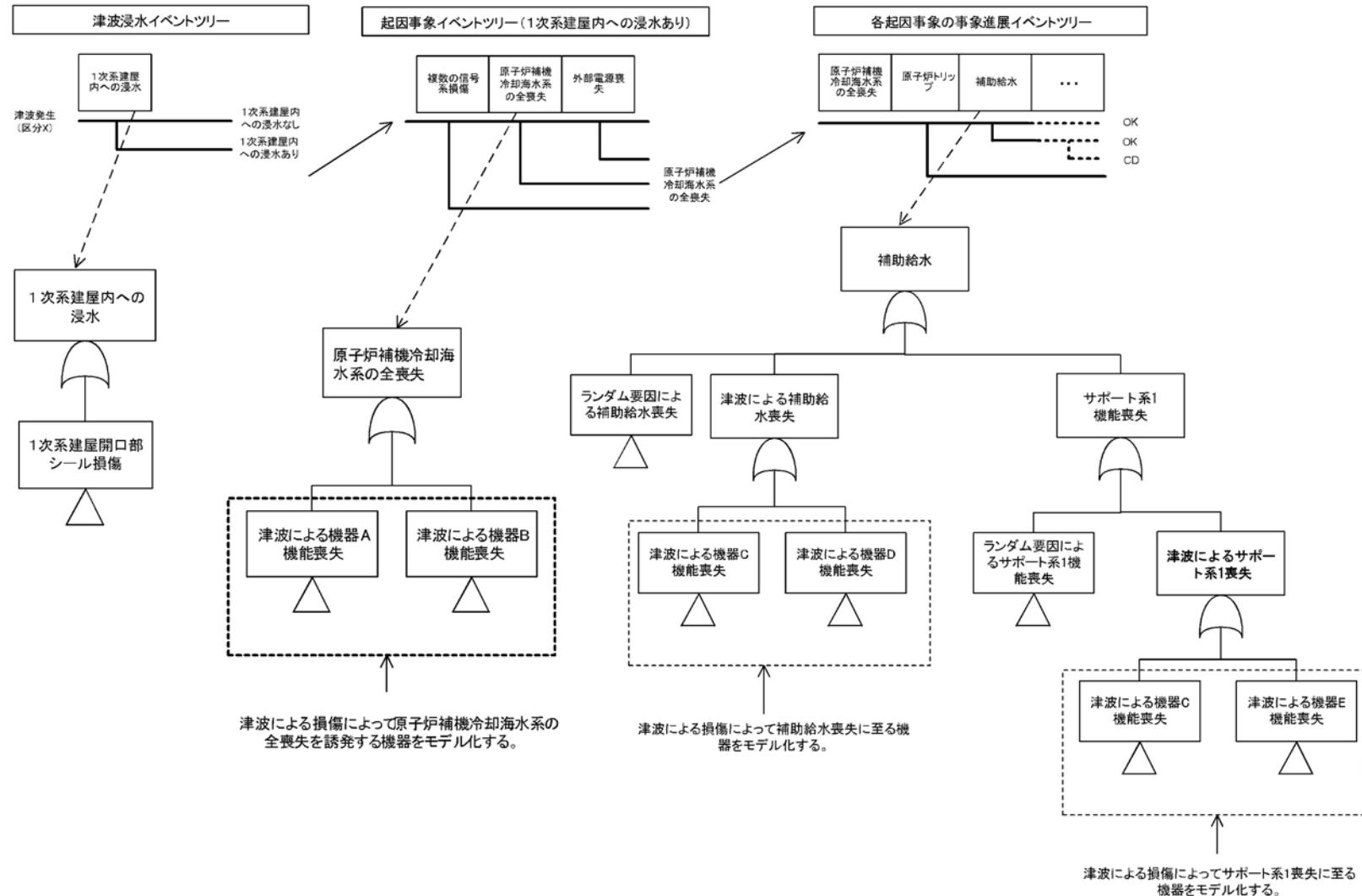
第 3.1.3.4-24 図 津波浸水イベントツリー



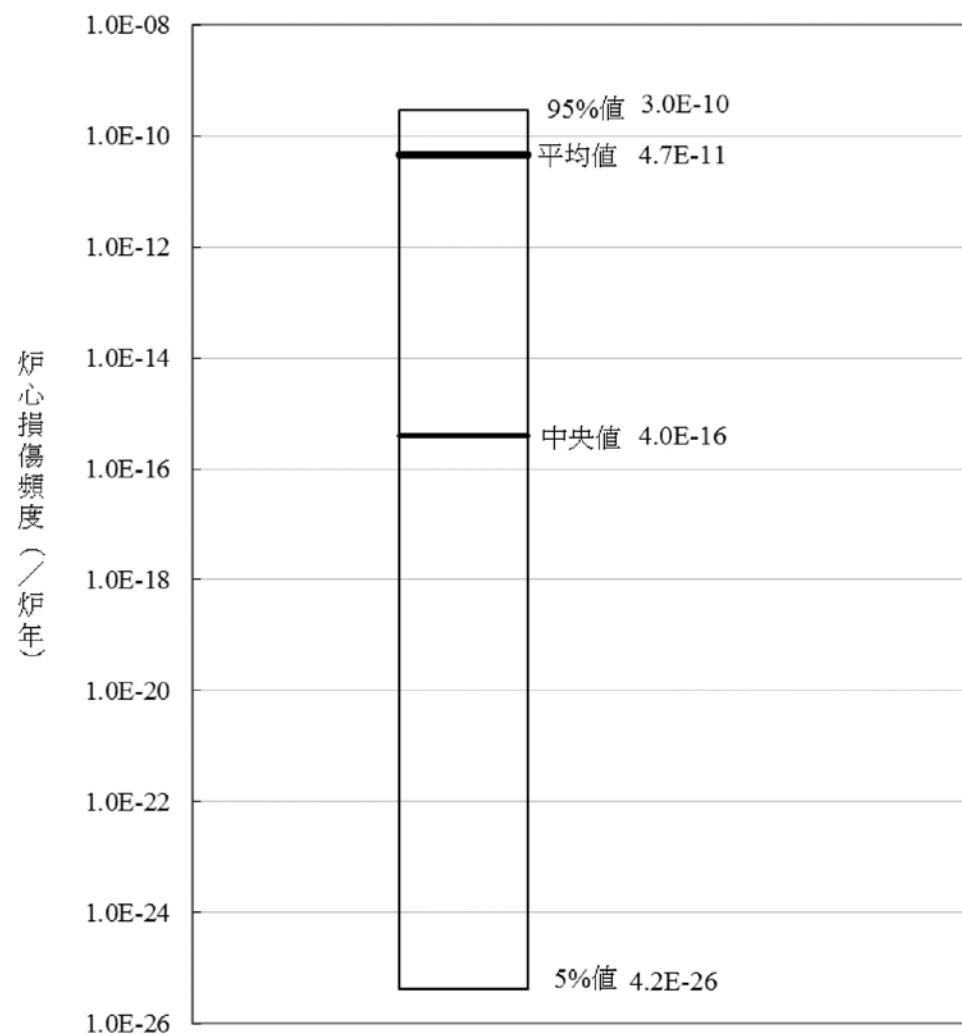
第 3.1.3.4-25 図 起因事象イベントツリー(1 次系建屋内浸水あり)



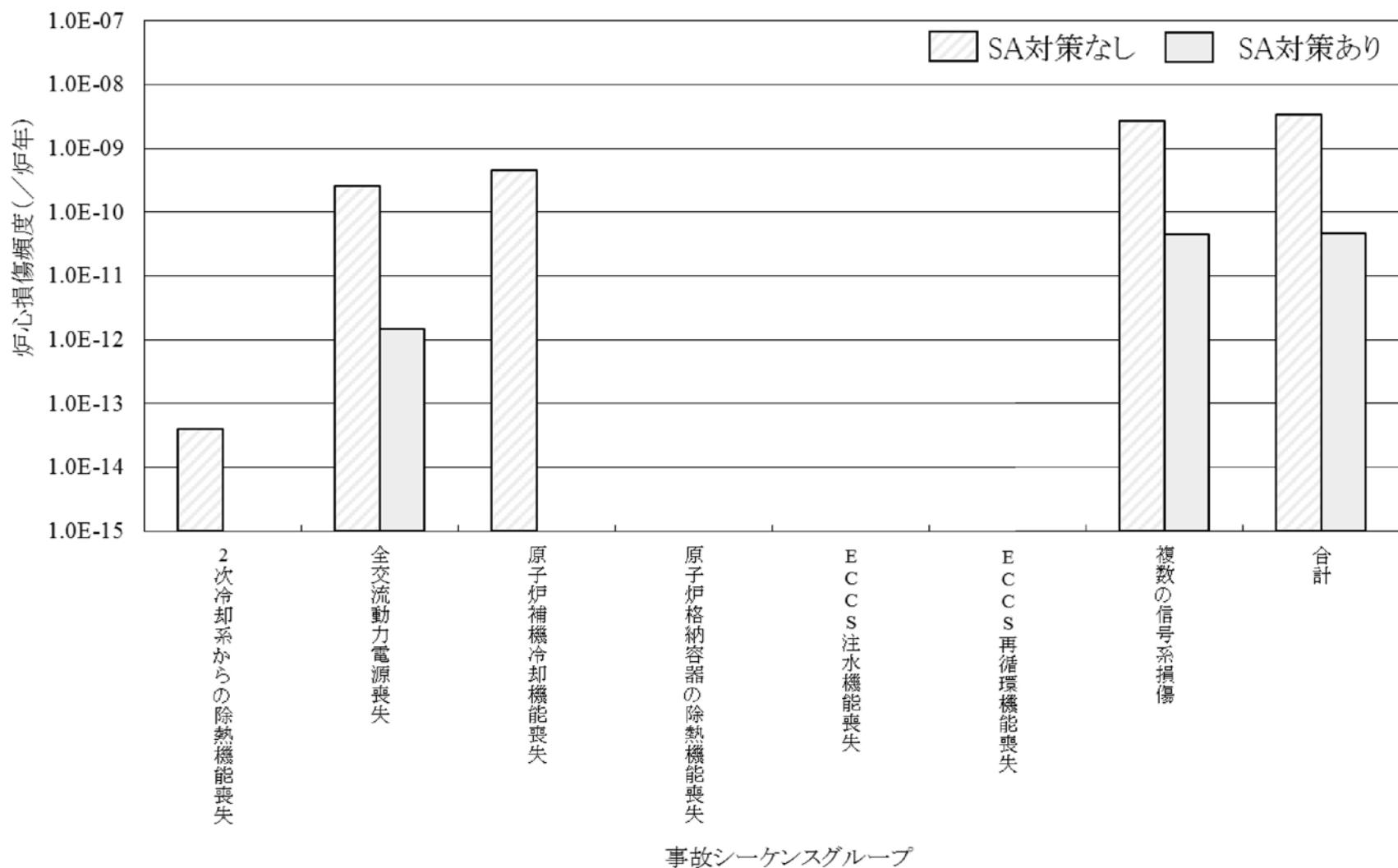
第 3.1.3.4-26 図 起因事象イベントツリー(1 次系建屋内浸水なし)



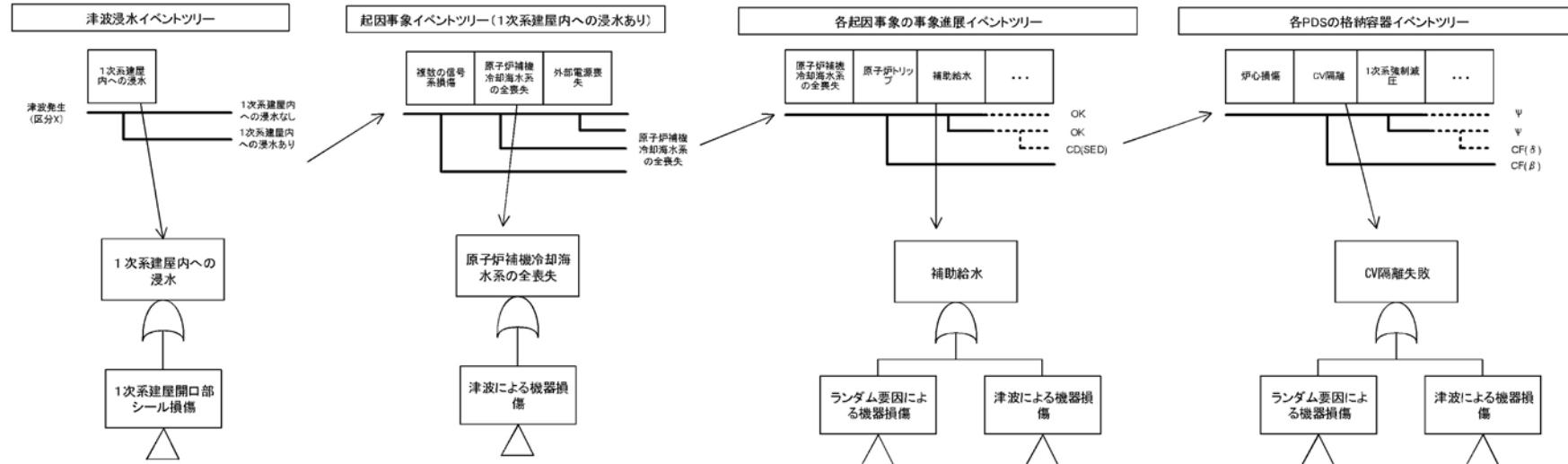
第 3.1.3.4-27 図 各イベントツリーのヘディングに設定するフォールトツリー



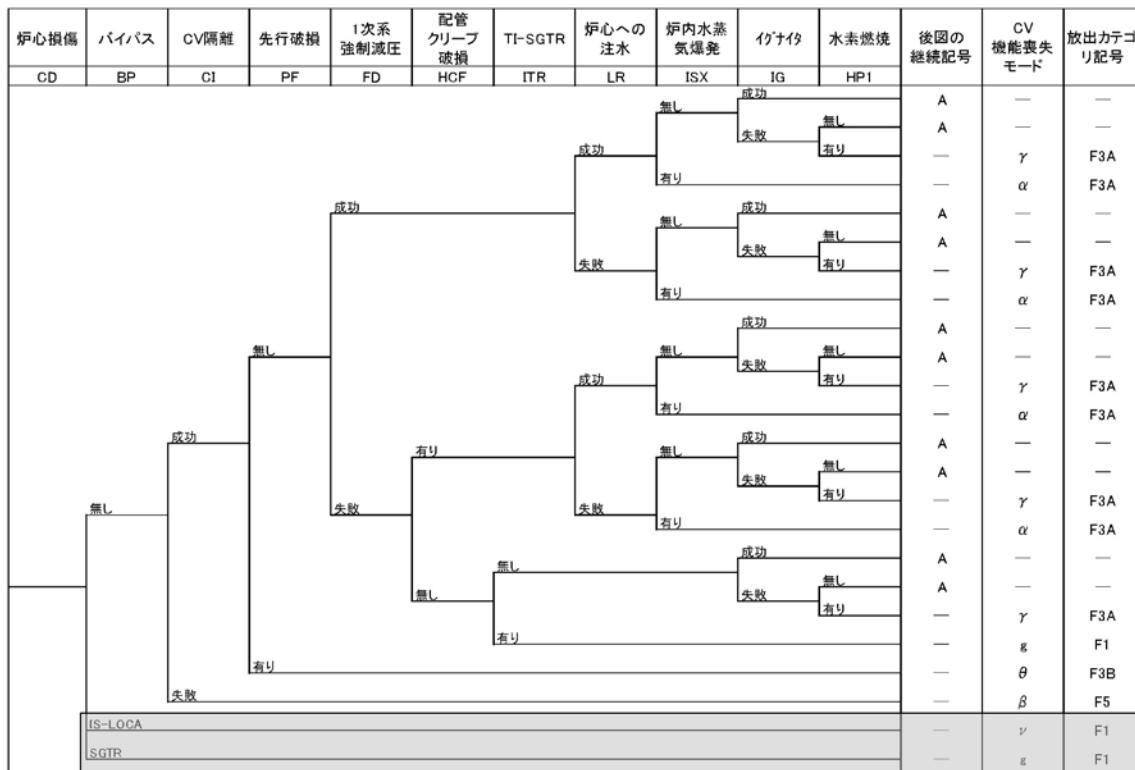
第 3.1.3.4-28 図 不確実さ解析結果



第 3.1.3.4-29 図 SA対策に係る事故シーケンスグループ別の感度解析結果



第 3.1.3.4-30 図 津波出力運転時 PRA におけるシステム評価の流れ



注 1) 後図の継続記号の一は、その時点での格納容器機能喪失を意味する。

注 2) 格納容器機能喪失モード:

- α = 原子炉容器内水蒸気爆発
- β = 格納容器隔離失敗
- γ , γ' = 水素燃焼(原子炉容器破損前)
- γ'' = 水素燃焼(原子炉容器破損直後)
- δ = 水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損
- ε = ベースマット溶融貫通
- θ = 水蒸気蓄積による格納容器先行破損
- η = 原子炉容器外水蒸気爆発
- σ = 格納容器雰囲気直接加熱
- g = 蒸気発生器伝熱管破損
- ν = インターフェイスシステム LOCA
- μ = 格納容器直接接触
- τ = 格納容器過温破損
- ϕ = 格納容器健全

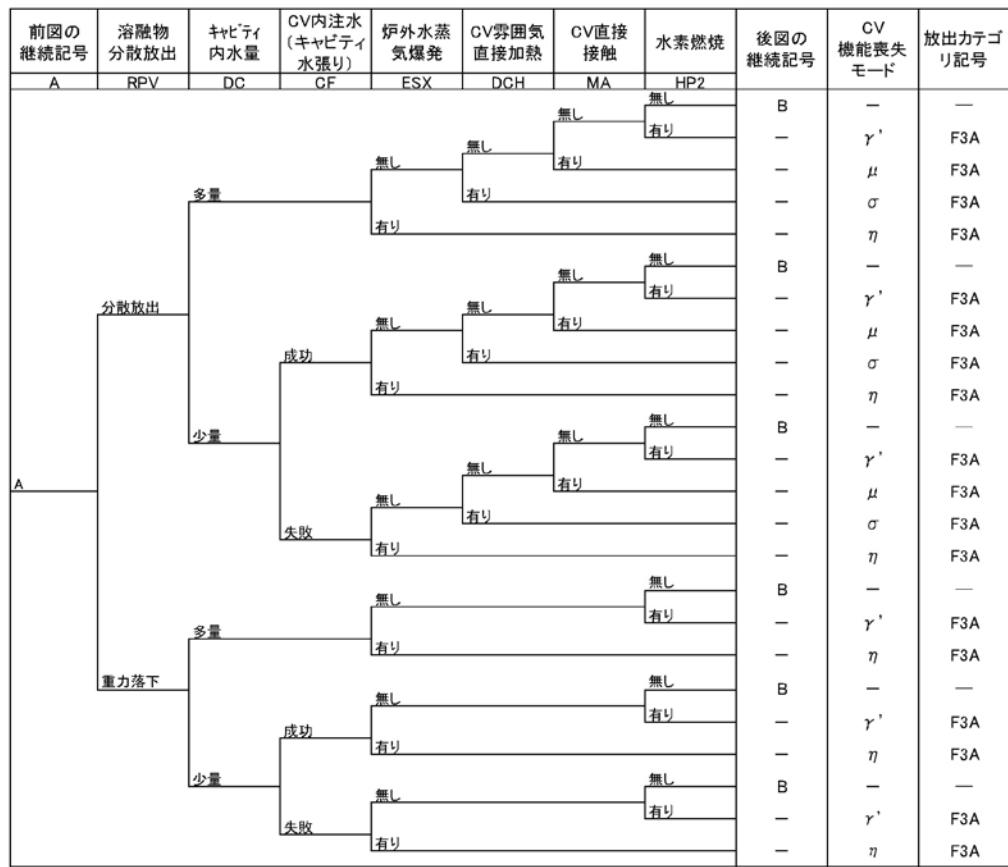
注 3) 放出カテゴリ記号

- F1 = 格納容器バイパス(内的)
- F2 = 格納容器バイパス(外的)
- F3A = 格納容器破損(内的)(エナジエティック)
- F3B = 格納容器破損(内的)(先行破損)
- F3C = 格納容器破損(内的)(その他)
- F4 = 格納容器破損(外的)
- F5 = 隔離失敗(内的及び外的)
- F6 = 健全(設計漏えい)(内的及び外的)

注 4) 津波出力運転時レベル 2PRA では、ハッチングのバイパス(BP)失敗時の格納容器機能喪失モード ν 及び g は考慮しない。

T1 原子炉容器破損前

第 3.1.3.4-31 図 格納容器イベントツリー(1/3)



注 1) 後回の継続記号の一は、その時点での格納容器機能喪失を意味する。

注 2) 格納容器機能喪失モード:

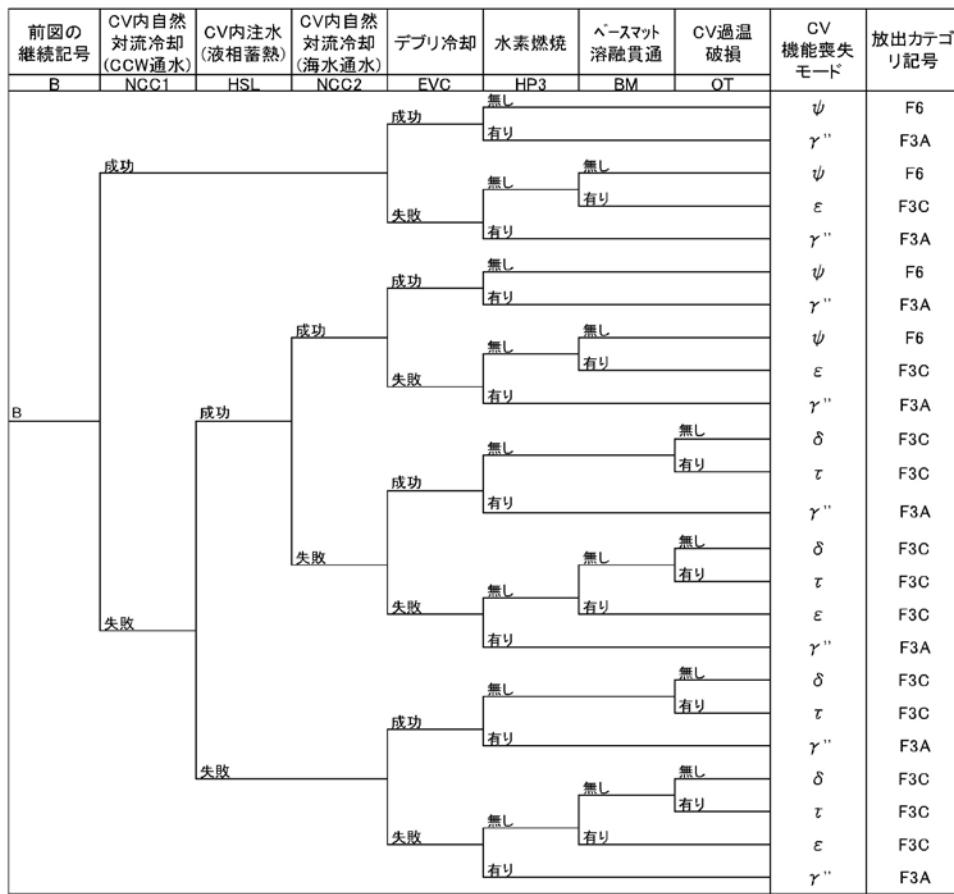
- α = 原子炉容器内水蒸気爆発
- β = 格納容器隔離失敗
- γ' = 水素燃焼(原子炉容器破損前)
- γ'' = 水素燃焼(原子炉容器破損直後)
- γ''' = 水素燃焼(原子炉容器破損後期)
- δ = 水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損
- ε = ベースマット溶融貫通
- θ = 水蒸気蓄積による格納容器先行破損
- η = 原子炉容器外水蒸気爆発
- σ = 格納容器雰囲気直接加熱
- g = 蒸気発生器伝熱管破損
- v = インターフェイスシステム LOCA
- μ = 格納容器直接接触
- τ = 格納容器過温破損
- ϕ = 格納容器健全

注 3) 放出カテゴリ記号

- F1 = 格納容器バイパス(内的)
- F2 = 格納容器バイパス(外的)
- F3A = 格納容器破損(内的)(エナジエティック)
- F3B = 格納容器破損(内的)(先行破損)
- F3C = 格納容器破損(内的)(その他)
- F4 = 格納容器破損(外的)
- F5 = 隔離失敗(内的及び外的)
- F6 = 健全(設計漏えい)(内的及び外的)

T2 原子炉容器破損直後

第 3.1.3.4-31 図 格納容器イベントツリー(2/3)



注 1) 格納容器機能喪失モード:

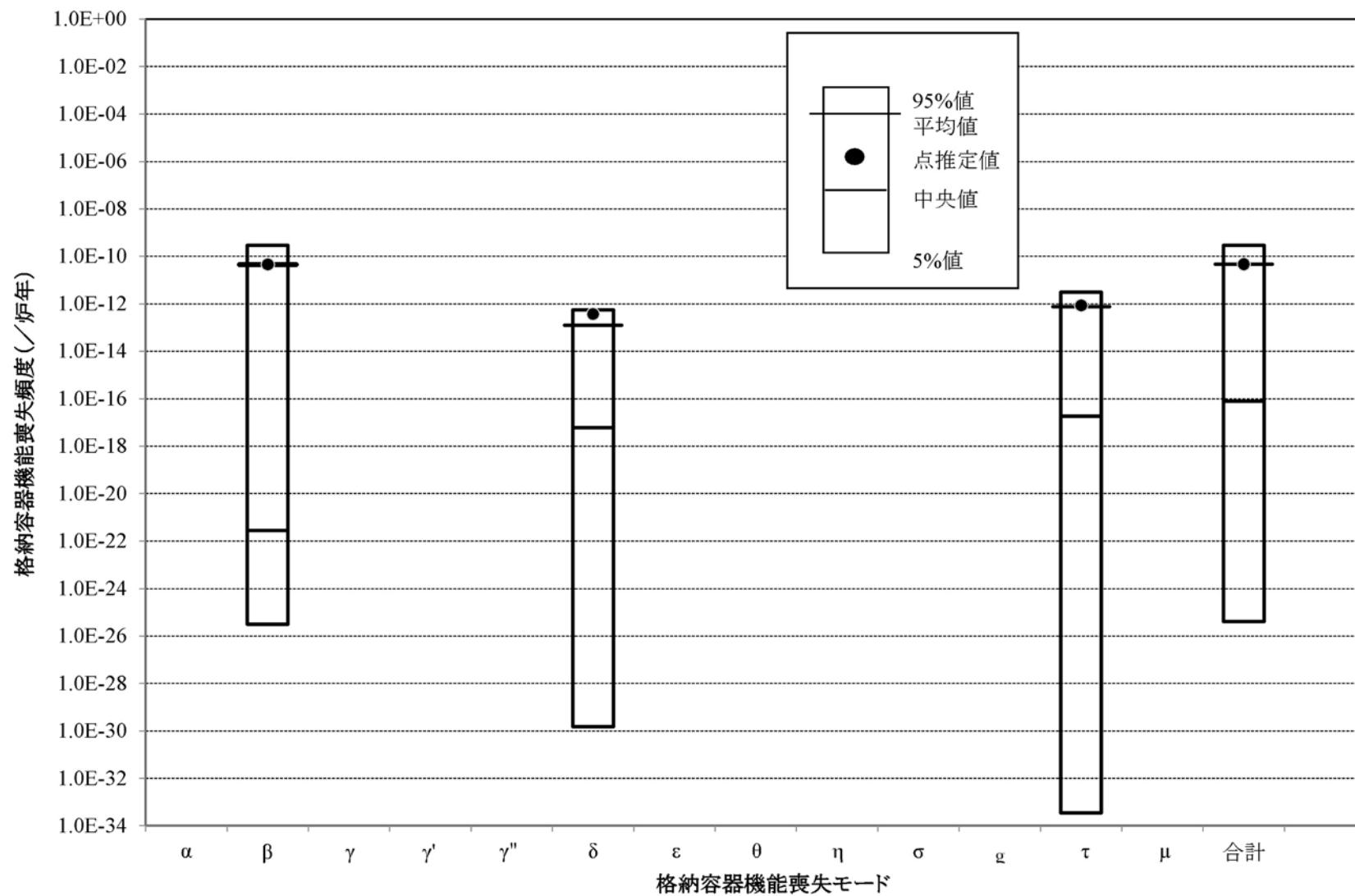
- α = 原子炉容器内水蒸気爆発
- β = 格納容器隔離失敗
- γ , γ' = 水素燃焼(原子炉容器破損前)
- γ'' = 水素燃焼(原子炉容器破損直後)
- γ''' = 水素燃焼(原子炉容器破損後後期)
- δ = 水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損
- ε = ベースマット溶融貫通
- θ = 水蒸気蓄積による格納容器先行破損
- η = 原子炉容器外水蒸気爆発
- σ = 格納容器雰囲気直接加熱
- g = 蒸気発生器伝熱管破損
- ν = インターフェイスシステム LOCA
- μ = 格納容器直接接触
- τ = 格納容器過温破損
- ϕ = 格納容器健全

注 2) 放出カテゴリ記号

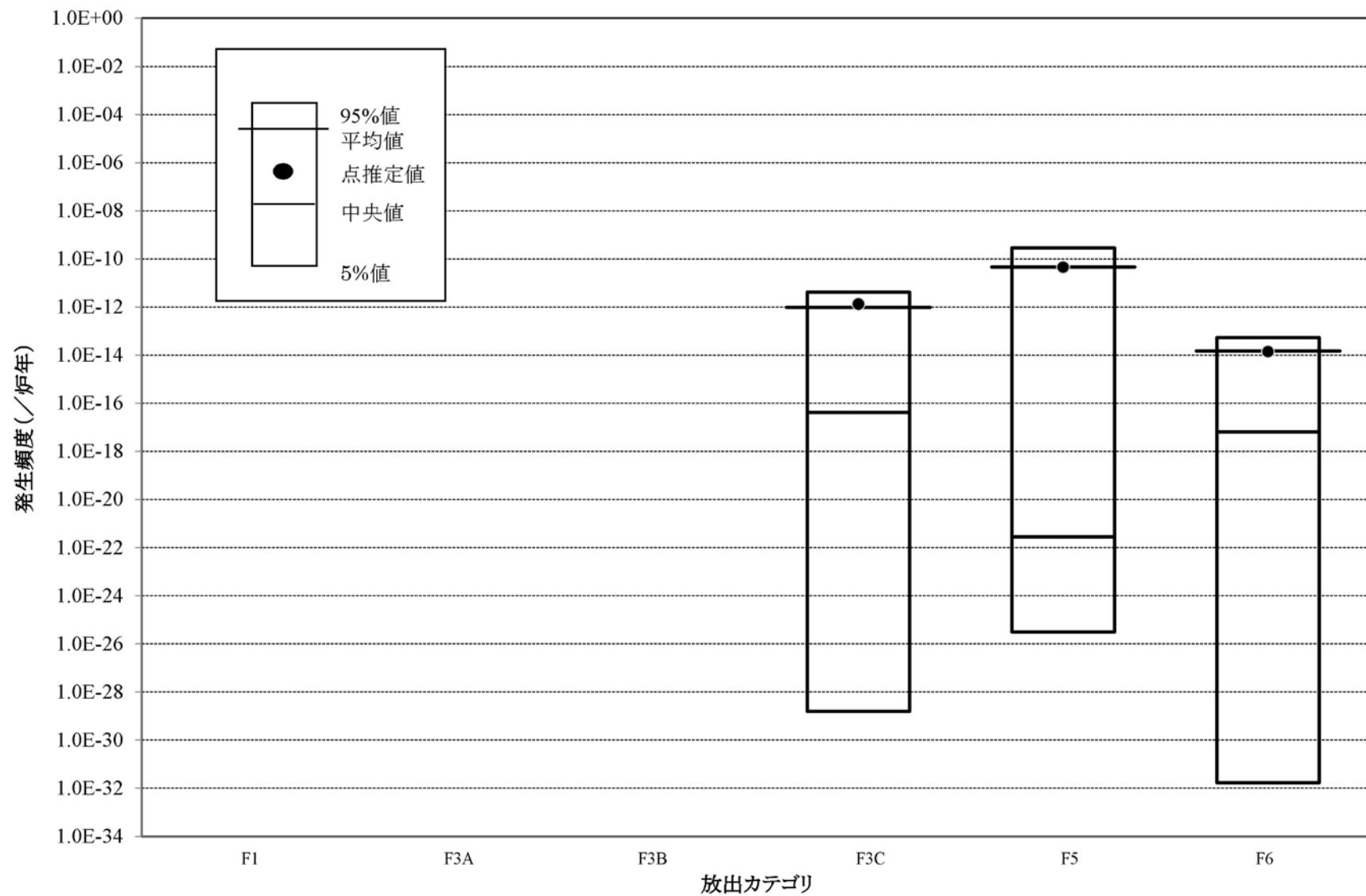
- F1 = 格納容器バイパス(内的)
- F2 = 格納容器バイパス(外的)
- F3A = 格納容器破損(内的)(エナジエティック)
- F3B = 格納容器破損(内的)(先行破損)
- F3C = 格納容器破損(内的)(その他)
- F4 = 格納容器破損(外的)
- F5 = 隔離失敗(内的及び外的)
- F6 = 健全(設計漏えい)(内的及び外的)

T3 原子炉容器破損後後期

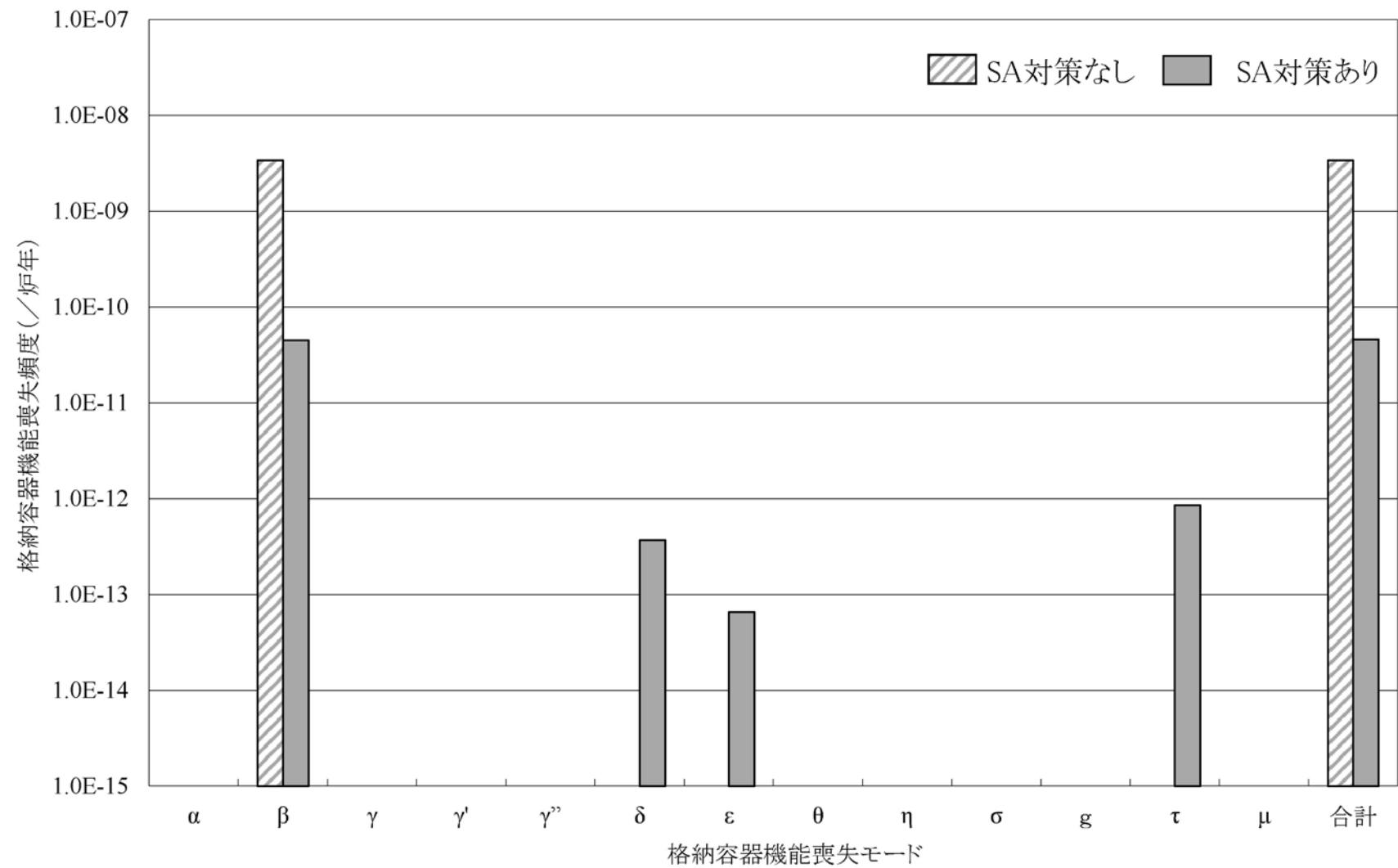
第 3.1.3.4-31 図 格納容器イベントツリー(3/3)



第 3.1.3.4-32 図 不確実さ解析結果(格納容器機能喪失モード別)



第 3.1.3.4-33 図 不確実さ解析結果(放出カテゴリ別)



第 3.1.3.4-34 図 SA 対策に係る感度解析結果

3.1.3.5 被ばく評価

炉心損傷後において原子炉格納容器が健全な場合の敷地等境界における実効線量評価を実施する。

評価に当たっては、一般社団法人 日本原子力学会が発行した「原子力発電所の確率論的安全評価に関する実施基準(レベル3PSA編):2008」(以下「レベル3PSA 学会標準」という。)を参考に評価を実施した。

(1) ソースタームの設定

3.1.3.1(4)の結果を基に、格納容器健全の代表事故シーケンスについて、その特性に応じたソースタームを設定する。

a. 格納容器健全の代表事故シーケンス

3.1.3.1(4)に示すとおり、格納容器健全の代表事故シーケンスは、大破断LOCA+ECCS 注入失敗+CV スプレイ注入失敗であり、炉心損傷が早く、事象進展中の原子炉格納容器圧力が高く推移することから、環境に放出される放射性物質量が多くなり、被ばく評価上厳しい条件である。

なお、本代表事故シーケンスにおいては、全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失の重畠を考慮し、常設電動注入ポンプを用いた代替格納容器スプレイ及び格納容器再循環ユニットを用いた格納容器内自然対流冷却に期待する。

b. ソースタームの解析

ソースタームの解析は、シビアアクシデント解析コードである MAAP コードを用いる。MAAP コードでは、炉心溶融に伴う燃料からの核分裂生成物 (FP) の放出及び FP の状態変化・輸送等がモデル化されており、燃料及び溶融炉心からの放射性物質の放出 (原子炉容器内での燃料からの放射性物質放出量の時間変化、溶融炉心・コンクリート相互作用における放射性物質放出量の時間変化等)、原子炉冷却系内の挙動 (原子炉冷却系内の放射性物質の浮遊量、構造物表面への沈着量の時間変化等)、原子炉格納容器内の挙動 (原子炉格納容器内の放射性物質の浮遊量、構造物表面への沈着量の時間変化等) を考慮した解析を行い、原子炉格納容器外への放射性物質の放出割合 (炉心内蓄積量比) を事象進展に応じて評価することが可能である。

本評価では、FP 等を 12 のグループに分け、原子炉格納容器外への放射性

物質の放出割合を求める。原子炉格納容器外への放射性物質の放出割合に、別途アニュラス空気浄化設備の効果を考慮して大気中への放射性物質の放出量を評価する。

なお、アニュラス空気浄化設備が起動して、アニュラス部内の負圧が達成するまでの間は、アニュラス空気浄化設備のフィルタによる低減効果に期待できないため、評価では、原子炉格納容器からアニュラス部内に放出された放射性物質は、アニュラス部内に保持され、アニュラス空気浄化設備の設計流量と同じ流量で大気中に放出されるとする。

また、有機よう素及び無機よう素は、原子炉格納容器内での挙動やフィルタ等による低減効果が粒子状よう素とは異なり、被ばく評価上重要な化学種であることから、本評価においてはよう素の化学形態を考慮した。

大気中への放射性物質の放出量評価の条件を第 3.1.3.5-1 表に示す。また、放出された放射性物質による被ばく評価に使用する核種の炉心内蓄積量及び大気中への放射性物質の放出量を第 3.1.3.5-2 表及び第 3.1.3.5-3 表に示す。

(2) 気象シーケンスの選定

玄海原子力発電所の気象データをもとに、年間の種々の気象条件を網羅する
ように気象シーケンスを選定する。

a. 評価に使用する気象データ

評価に使用する気象データは、玄海原子力発電所における2016年1月～
2016年12月の1年間における気象データを使用する。

なお、当該データの使用に当たっては、風向風速データが不良標本の棄却
検定により、10年間（2006年1月～2015年12月）の気象状態と比較して特に異
常でないことを確認している。

b. 気象シーケンス

気象シーケンスは、年間8,760時間分の気象データをもとに、第3.1.3.5-1図
に示すとおり1時間ずつ開始点をずらした120時間分の連続したデータをセット
とし、年間の全ての気象シーケンス(8,760個)を対象に評価を実施する。

(3) 大気拡散及び沈着の評価

大気中に放出された放射性物質の拡散及び地表面への沈着を評価し、放射性物質の空气中濃度及び地表面濃度を計算する。

a. 大気拡散評価

大気拡散評価には、気象条件に従い放射性物質の拡散及び沈着の計算ができるMACCS2コードを用いる。MACCS2コードには、MAAPコードで計算した核種グループ別の炉心内蓄積量に対する大気中への放出割合を入力するが、MAAPコードがFP等を12の核種グループに分けて計算するのに対して、MACCS2コードには9の核種グループに分けて入力するため、第3.1.3.5-2図に示すとおり再分類して入力している。MACCS2コードに入力する核種グループ別の炉心内蓄積量に対する大気中への放出割合を第3.1.3.5-4表に示す。

MACCS2コードでは、放射性物質の放出形態を考慮して、放出を最大4つまで分割することができる。また、拡散モデルはガウスプルームモデルであり、拡散中の放射性崩壊も考慮している。

本評価においては、プルームを4つに分割する。また、各プルームの放出期間中に大気安定度が変化する場合は、その瞬間の拡散幅を気象指針に合わせて連続的に変化させるとともに、各プルームの進行方向については、各放出開始時刻の風向に依存せず、評価点に向かって直進する保守的なモデルを使用する。

b. 沈着評価

MACCS2コードでは、プルームからの放射性物質の地表面への沈着を考慮する。沈着は、重力等による乾性沈着及び降雨による湿性沈着を考慮し、沈着により放射性物質がプルームから除去されるものとする。

大気拡散評価及び沈着評価の条件を第3.1.3.5-5表に示す。

(4) 被ばく線量評価

原子炉格納容器内に放出された放射性物質、大気中に放出された放射性物質の空气中濃度及び地表面濃度をもとに、敷地等境界における実効線量を評価する。

なお、本評価では、実効線量換算係数が大きく、評価結果が厳しくなる小児を対象とする。

a. 被ばく経路

事象発生に伴い大気中に放射性物質が放出された場合、敷地等境界外においては、被ばく低減の観点から、状況に応じて安定よう素剤の服用、屋内退避等の防護措置を実施するが、本評価においては保守的な評価となるよう、これらの防護措置は考慮しないものとする。なお、評価期間は7日間とする。

以上から、被ばく経路は、以下の経路①～⑤を考慮する。

敷地等境界における実効線量評価の対象とする被ばく経路を、第3.1.3.5-3図及び第3.1.3.5-4図に示す。

(a) 被ばく経路① 原子炉格納容器及びアニュラス部内の放射性物質からのガンマ線による被ばく

原子炉格納容器内に放出された放射性物質から直接的に敷地等境界に到達してくるガンマ線（以下「直接ガンマ線」という。）及び空気中で散乱されて敷地等境界に到達してくるガンマ線（以下「スカイシャインガンマ線」という。）による線量。また、原子炉格納容器内の設計漏えいによりアニュラス部へ移行した放射性物質からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による線量。

(b) 被ばく経路② 大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく

大気中に放出された放射性物質が拡散して生ずる放射性雲からのガンマ線（以下「クラウドシャインガンマ線」という。）による線量。

(c) 被ばく経路③ 大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく

大気中に放出され、地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線（以下「グランドシャインガンマ線」という。）による線量。

(d) 被ばく経路④ 大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく
大気中に放出された放射性物質が拡散して生ずる放射性雲中の放射性
物質の吸入摂取による線量。

(e) 被ばく経路⑤ 地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取に
よる被ばく

大気中へ放出され、地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂
取による線量。

b. 線量計算

線量計算に当たっては、被ばく経路ごとに評価期間中の積算線量を算出し、
実効線量を評価する。

被ばく経路①については、原子炉格納容器及びアニュラス部内の線源強度
並びに原子炉格納容器及びアニュラス部内の外部遮蔽等の条件を基に計算
する。原子炉格納容器内の線源強度は、原子炉格納容器内の気相部及び液
相部において、それぞれ均一に分布しているものとし、原子炉格納容器からの
漏えいによる放射性物質の減少を保守的に無視する。また、アニュラス内の線
源強度は、原子炉格納容器内の圧力に応じて放射性物質がアニュラス部内
に漏えいすることを想定し、漏えいする放射性物質はアニュラス内に均一に分
布しているものとする。なお、計算に当たっては、施設の位置、遮蔽構造及び
地形条件を適切に模擬し、線源からのガンマ線の評価が可能なQADコード及
びSCATTERINGコードを使用する。

原子炉格納容器及びアニュラス部内の直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による被ばく線量の評価条件を第3.1.3.5-6表に示す。また、直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価に用いる原子炉格納容器及びアニュラス部内の積算線源強度を第3.1.3.5-7表に示す。

被ばく経路②から被ばく経路⑤については、大気拡散評価及び沈着評価と同様にMACCS2コードを用いて評価する。

大気中へ放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく線量及び地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく線量の評価条件を第3.1.3.5-8表に示す。

c. 評価結果

炉心損傷後において原子炉格納容器が健全な場合の敷地等境界における実効線量の評価結果を第3.1.3.5-5図に示す。第3.1.3.5-5図は、気象シーケンスごとに評価した実効線量の結果を、小さい値から順に並べたときの累積出現確率が5%から95%の実効線量の幅及び全気象シーケンスの評価結果の平均値を示している。全気象シーケンスの評価結果の平均値は約18mSvとなつた。

また、被ばく経路別の全気象シーケンスの評価結果の平均値を第3.1.3.5-9表に示す。第3.1.3.5-9表に示すとおり、敷地等境界における実効線量に対して寄与が大きい被ばく経路は、大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばくである。本被ばく経路については、よう素の吸入摂取による被ばく線量の割合が大きい。今回の評価では、保守的に防護措置を考慮していないが、事故時に安定よう素剤の服用などの防護措置を実施することで、実効線量を低減することが可能と考える。

(5) 不確実さ解析及び感度解析

炉心損傷後において原子炉格納容器が健全な場合の敷地等境界における実効線量の不確実さ解析を実施する。また、被ばく線量評価において設定された影響の大きな仮定及び条件に対して感度解析を実施し、実効線量への影響を評価する。

a. 不確実さ解析

(a) 不確実さの評価対象条件の抽出及び設定

敷地等境界における実効線量の被ばく経路別の線量及び各経路の主要解析条件を第3.1.3.5-10表に示す。被ばく経路①の解析条件である遮蔽厚さ及び評価点距離・高さについては不確実さを有する条件ではない。また、被ばく経路②～⑤の解析条件である気象資料については、年間の気象データとともに、1時間ずつ開始点をずらした8,760個の気象シーケンスを使用した評価を実施しており、気象の変動は考慮されている。

よって、MACCS2コードに入力する条件のうち、敷地等境界における実効線量に対して影響が大きく、不確実さがある条件として、以下の条件を抽出した。

- ・ 濡性沈着係数
- ・ 乾性沈着速度
- ・ 呼吸率
- ・ 再浮遊係数

これらの条件に対して、第3.1.3.5-11表に示すとおり、不確実さの幅及び分布を設定した。また、MACCS2コードに入力するソースタームについては、3.1.3.1(4)で実施した60ケースの不確実さ解析結果を用いる。

(b) 不確実さ解析結果

a. で設定した条件の不確実さの幅及び分布並びにソースターム評価の不確

実さ解析結果について、モンテカルロ手法を用いてパラメータの組み合わせを設定し、MACCS2コードに入力して実効線量の不確実さを評価した。

不確実さ解析の結果、全ケースの中で累積出現確率95%の実効線量が最小となるケースでは、全気象シーケンスの評価結果の平均値は約16mSvとなつた。また、全ケースの中で累積出現確率95%の実効線量が最大となるケースでは、全気象シーケンスの評価結果の平均値は約28mSvとなつた。

b. 感度解析

3.1.3.1(4)において、ソースターム解析結果に有意な影響を与える可能性がある条件について感度解析を実施している。ソースターム解析結果に有意な影響を与える条件は、実効線量に対しても影響を与えると考えられることから、ソースターム評価において実施した感度解析のうち、解析結果に与える影響が大きい以下の条件について感度解析を実施した。

- ・アニュラス空気浄化設備の操作時間

さらに、被ばく線量評価の結果より、実効線量に対して寄与が大きい被ばく経路は、大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による内部被ばく及びグランドシャインガンマ線による外部被ばくであることから、これらの被ばく線量に対して影響が大きく、不確実さがある以下の条件について感度解析を実施した。

- ・呼吸率
- ・湿性沈着係数
- ・乾性沈着速度

(a) アニュラス空気浄化設備の操作時間に係る感度解析

イ 解析条件

アニュラス空気浄化設備の操作時間に係る感度を確認するため、ベース

ケースよりも20分遅い事象発生から80分後にアニュラス空気浄化設備を操作する場合の解析を実施する。第3.1.3.5-12表に解析条件を示す。

ロ 感度解析結果

感度解析の結果、アニュラス空気浄化設備による放射性物質の除去開始が遅れ、大気中に放出される放射性物質の量が増加することから、実効線量はベースケースより増加し、全気象シーケンスの評価結果の平均値は約23mSvとなった。

(b) 呼吸率に係る感度解析

イ 解析条件

呼吸率に係る感度を確認するため、不確実さ解析で設定した不確実さ幅の上限値及び下限値の解析を実施する。第3.1.3.5-13表に解析条件を示す。

ロ 感度解析結果

感度解析の結果、呼吸率の増減に伴い、大気中に放出された放射性物質の吸入摂取及び地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による実効線量が増減し、全気象シーケンスの評価結果の平均値は、上限値の場合約28mSv、下限値の場合約14mSvとなった。

(c) 濡性沈着係数に係る感度解析

イ 解析条件

濡性沈着係数に係る感度を確認するため、不確実さ解析で設定した不確実さ幅の上限値及び下限値の解析を実施する。第3.1.3.5-14表に解析条件を示す。

ロ 感度解析結果

感度解析の結果、濡性沈着係数が増加する場合は、大気中に放出され地表面に沈着する放射性物質量が増加し、大気中に浮遊する放射性物

質量が減少するため、グランドシャインガンマ線及び地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による実効線量が増加し、クラウドシャインガンマ線及び大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による実効線量が減少する。また、湿性沈着係数が減少する場合は、逆の傾向となる。

但し、湿性沈着係数の影響は、降雨のある気象シーケンスのみが対象となるため、実効線量に対する影響は小さく、全気象シーケンスの評価結果の平均値は、上限値の場合約20mSv、下限値の場合約18mSvとなった。

(d) 乾性沈着速度に係る感度解析

イ 解析条件

乾性沈着速度に係る感度を確認するため、不確実さ解析で設定した不確実さ幅の上限値及び下限値の解析を実施する。第3.1.3.5-15表に解析条件を示す。

ロ 感度解析結果

感度解析の結果、乾性沈着速度の増減は、湿性沈着係数の感度解析と同様の傾向を示すが、全気象シーケンスが対象となるため、実効線量に対する影響は湿性沈着係数の感度解析より大きいものの、グランドシャインガンマ線及び地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による実効線量の増減と、クラウドシャインガンマ線及び大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による実効線量の増減が相殺し、全気象シーケンスの評価結果の平均値は、上限値の場合約20mSv、下限値の場合約18mSvとなつた。

感度解析の結果のまとめを第3.1.3.5-16表に示す。

第 3.1.3.5-1 表 大気中への放射性物質の放出量評価の条件(1/2)

| 項目 | 評価条件 | 選定理由 |
|----------------------|---|---|
| 評価事象 | 大破断LOCA+ECCS注入失敗+CVスプレイ注入失敗 (全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却水喪失を考慮する) | 原子炉格納容器の機能が維持されているシーケンスのうち、炉心損傷が早く、事象進展中の原子炉格納容器圧力が高く推移することから、環境に放出される放射性物質量が多くなり、被ばく評価上厳しくなる事象 |
| 炉心熱出力 | 100% (3,411MWT) × 1.02 | 定格値に定常誤差(+2%)を考慮した値を設定 |
| 原子炉運転時間 | 最高30,000時間 | |
| サイクル数 (バッチ数) | 3 (装荷比率 ^{*1}) 3/4:ウラン燃料 1/4:MOX燃料 | 燃料を1/3ずつ取り替えていく場合の平衡炉心を考慮し、最高時間を設定 |
| 炉心内蓄積量 | ORIGEN2.1に基づく | — |
| 原子炉格納容器内への放出割合 | MAAP解析に基づく | — |
| よう素の形態 | 粒子状よう素:5% 無機よう素:91% 有機よう素 :4% | 化学形態を考慮し、R.G.1.195 ^{*2} の再浮遊割合を考慮して設定 |
| 原子炉格納容器等への無機よう素の沈着率 | 9.0E-04 (1/s) | CSE実験 ^{*3} に基づき無機よう素の自然沈着率を設定 |
| 原子炉格納容器等へのエアロゾルの沈着速度 | MAAP解析に基づく | — |
| スプレイによるエアロゾルの除去 | MAAP解析に基づく | — |
| 原子炉格納容器からの漏えい率 | MAAP解析に基づく | — |
| 原子炉格納容器からの漏えい割合 | アニュラス部:97% アニュラス部外:3% | 原子炉格納容器は健全であるため、設計基準事故時と同じ設定 |
| アニュラス部体積 | 15,300m ³ | アニュラス部体積から配管等の体積を除いて保守的に設定 |
| アニュラス部からの放出流量 | 100m ³ /min | アニュラス空気浄化ファン流量の設計値を設定 |

第 3.1.3.5-1 表 大気中への放射性物質の放出量評価の条件(2/2)

| 項目 | 評価条件 | 選定理由 |
|---------------------------|-----------------------|--|
| アニュラス負圧達成時間 | 62分 | 選定した代表事故シーケンスに基づき、SBO+LUHSを想定した起動遅れ時間を見込んだ値(起動遅れ時間60分+起動後負圧達成時間2分)起動遅れ時間60分は、大容量空冷式発電機による電源回復操作及びポンベによるアニュラス空気浄化設備ダンパへの作動空気供給操作を想定 |
| 事故の評価期間 | 7日 | 少なくとも外部支援がないものとして7日間と設定 |
| アニュラス空気浄化設備よう素フィルタによる除去効率 | 0~62分:0% 62分~ :95% | 設計上期待できる値を設定 |
| アニュラス空気浄化設備微粒子フィルタによる除去効率 | 0~62分:0% 62分~ :99% | 設計上期待できる値を設定 |

*1:本評価では、玄海3号機の炉心を使用

*2:米国Regulatory Guide 1.195 "Methods and Assumptions for Evaluating Radiological Consequences of Design Basis Accidents at Light-Water Nuclear Power Reactors"

*3:BNWL-1244,"Removal of Iodine and Particles from Containment Atmospheres by Sprays-Containment Systems Experiment Interim Report"

第 3.1.3.5-2 表 炉心内蓄積量(gross 値)

| 核種グループ* | 炉心内蓄積量 (Bq) |
|---------|----------------|
| 希ガス類 | 約 1.5E+19 |
| よう素類 | 約 3.0E+19 |
| Cs類 | 約 1.1E+18 |
| Te類 | 約 8.8E+18 |
| Sr類 | 約 1.1E+19 |
| Ru類 | 約 2.7E+19 |
| La類 | 約 5.6E+19 |
| Ce類 | 約 8.2E+19 |
| Ba類 | 約 1.2E+19 |

*: 実効線量評価対象核種

第 3.1.3.5-3 表 大気中への放射性物質の放出量

(事故後 7 日間積算)(gross 値)

| 核種グループ* | 放出放射能量 (Bq) |
|---------|----------------|
| 希ガス類 | 約 5.4E+16 |
| よう素類 | 約 2.0E+14 |
| Cs類 | 約 2.6E+12 |
| Te類 | 約 1.3E+13 |
| Sr類 | 約 4.4E+11 |
| Ru類 | 約 1.3E+12 |
| La類 | 約 3.2E+10 |
| Ce類 | 約 3.6E+11 |
| Ba類 | 約 6.4E+11 |

*: 実効線量評価対象核種

第 3.1.3.5-4 表 炉心内蓄積量に対する大気中への放出割合
 (事故後 7 日間積算)

| 核種グループ* | 放出割合 |
|---------|-------------|
| 希ガス類 | 約 9.0 E -03 |
| よう素類 | 約 2.2 E -05 |
| Cs類 | 約 2.5 E -06 |
| Te類 | 約 1.7 E -06 |
| Sr類 | 約 4.4 E -08 |
| Ru類 | 約 4.9 E -08 |
| La類 | 約 5.9 E -10 |
| Ce類 | 約 4.4 E -09 |
| Ba類 | 約 6.1 E -08 |

*: 実効線量評価対象核種

第 3.1.3.5-5 表 大気拡散評価及び沈着評価の条件

| 項目 | 評価条件 | 設定理由 |
|-----------------|---|--|
| 大気拡散評価 モデル | ガウスプルームモデル (プルームは放出開始時刻の風向 に従って、それ以後直進する) | 気象指針 ^{*1} を参考として、放射性 雲は風下方向に直線的に流され、 放射性雲の軸のまわりに正規分布 に拡がっていくと仮定するガウスプ ルームモデルを適用 |
| 気象資料 | 玄海原子力発電所における1年間 の気象資料 (2016.1~2016.12) | 風向風速データが不良標本の棄 却検定により、10年間の気象状態 と比較して特に異常ではないこと が確認された発電所において観 測された1年間の気象資料を使用 |
| 混合層高さ | 200m | 発電所における観測データを基に 設定 |
| 放出源有効高さ | 排気筒放出:30m 地上放出:0m | 放出高さについては、設計基準事 故時の排気筒有効高さのうち各方 位の排気筒有効高さの最小値 |
| 建屋の影響 | 地上放出のみ考慮する | 地上放出時は放出点から近距離 の建屋の影響を受けるため、建屋 による巻込み現象を考慮 |
| 建屋の投影面積 | 4,300m ² | 敷地等境界における被ばく評価の 観点からタービン建屋を含めて選 定 |
| 形状係数 | 0.5 | 気象指針を参考として設定 |
| 放射性物質 濃度の評価点 | 640m | 炉心から敷地等境界までの最短 距離 |
| 乾性沈着速度 | 0.3cm/s | NUREG/CR-4551Vol.2 ^{*2} から設定 |
| 湿性沈着係数 | $\Lambda = a \cdot R^b$ R:降雨強度(mm/h) a:9.5E-05, b:0.8 | NUREG/CR-4551Vol.2 ^{*2} から設定 |

*1: 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針(原子力安全委員会)

*2: 米国 NUREG/CR-4551Vol.2“Evaluations of Severe Accident Risks

: Quantification of Major Input Parameters”

第 3.1.3.5-6 表 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による

被ばく線量の評価条件

| 項 目 | 評 価 条 件 | 設 定 理 由 |
|------------------------|--|--|
| 原子炉格納容器内線源強度分布 | 原子炉格納容器内に放出された核分裂生成物が均一に分布 (原子炉格納容器からの漏えいによる減少効果は無視する) | 事故時に炉心から原子炉格納容器内に放出された放射性物質は全て原子炉格納容器内に均一に分布するものと仮定して設定 |
| アニュラス内線源強度分布 | アニュラス内に放出された核分裂生成物が均一に分布 | アニュラス部が外部遮蔽壁の外側に存在するため、アニュラス部内に漏えいした放射性物質によるガンマ線を考慮 原子炉格納容器からアニュラス部内に漏えいした放射性物質は、アニュラス部内に均一に分布するものと仮定して設定 |
| 原子炉格納容器遮蔽厚さ | ドーム部及び円筒部それぞれの遮蔽厚さを設定 PCCVドーム部:1,100mm PCCV円筒部 :1,300mm 施工誤差については、-100mmを考慮 | 設計値に施工誤差(-100mm)を考慮 |
| アニュラス壁厚さ | アニュラス上部:300mm(最薄部) アニュラス下部:800mm(最薄部) 施工誤差については、-5mmを考慮 | 設計値に施工誤差(-5mm)を考慮 |
| 空気カーマから全身に対しての線量への換算係数 | 1Sv/Gy | 安全評価指針*を参考に設定 |
| 線源中心から評価点までの距離 | 640m | 炉心から敷地等境界までの最短距離を設定 |
| 評価点EL. | EL.+29m | 炉心から敷地等境界までの距離が最短となる方位のEL.を設定 |

*:発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針(原子力安全委員会)

第 3.1.3.5-7 表 直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線の評価に用いる
原子炉格納容器及びアニュラス部内の積算線源強度(7日積算)

| 代表エネルギー (MeV/dis) | 気相部 (MeV) | 液相部 (MeV) | アニュラス部 (MeV) |
|----------------------|--------------|--------------|-----------------|
| 0.1 | 1.9E+23 | 5.3E+22 | 2.1E+19 |
| 0.125 | 9.4E+21 | 2.0E+22 | 1.9E+17 |
| 0.225 | 1.6E+23 | 2.8E+23 | 1.2E+19 |
| 0.375 | 3.8E+23 | 5.4E+22 | 2.7E+18 |
| 0.575 | 1.5E+24 | 4.9E+23 | 1.2E+19 |
| 0.85 | 1.2E+24 | 4.9E+23 | 8.2E+18 |
| 1.25 | 5.5E+23 | 2.1E+23 | 4.1E+18 |
| 1.75 | 1.3E+23 | 2.8E+22 | 1.6E+18 |
| 2.25 | 9.8E+22 | 1.4E+22 | 3.8E+18 |
| 2.75 | 6.6E+21 | 3.9E+21 | 2.7E+17 |
| 3.5 | 6.2E+20 | 1.1E+21 | 2.1E+16 |
| 5 | 5.5E+19 | 2.1E+20 | 1.9E+15 |
| 7 | 1.7E+11 | 1.5E+12 | 4.8E+5 |
| 9.5 | 2.7E+10 | 2.4E+11 | 7.5E+4 |

第3.1.3.5-8表 大気中へ放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく線量及び
地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく線
量の評価条件

| 項目 | 評価条件 | 設定理由 |
|------------|---|---|
| マスクによる除染係数 | 考慮しない | 保守的な評価となるよう、マスクの着用を考慮せず |
| 安定よう素剤 | 考慮しない | 保守的な評価となるよう、安定よう素剤の服用を考慮せず |
| 呼吸率 | 5.972E-05 m ³ /s | 小児一日平均の呼吸率を設定 ICRP Publication 71を参照して設定 |
| 線量換算係数 | 小児実効線量換算係数を使用 (主な核種を以下に示す) I-131:1.6E-04 mSv/Bq I-132:2.3E-06 mSv/Bq I-133:4.1E-05 mSv/Bq I-134:6.9E-07 mSv/Bq I-135:8.5E-06 mSv/Bq 上記以外の核種はICRP Pub.71,72に基づく | ICRP Publication 71,72に基づく |
| 放射性物質の再浮遊 | 考慮する 再浮遊による空気中濃度は以下の式で計算する。 空気中濃度 $= \text{地表面濃度} \cdot A \cdot e^{-\lambda t}$ $\lambda = \ln 2 / B$ 再浮遊係数A:1.0E-05 1/m 再浮遊係数B:1.6E+07 s | NUREG/CR-4551Vol.2から設定 |

第3.1.3.5-9表 被ばく経路別の実効線量*

| 被ばく経路 | 実効線量(mSv) |
|--------------------------------------|-----------|
| ①原子炉格納容器及びアニュラス部内の放射性物質からのガンマ線による被ばく | 約 0.31 |
| ②大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく | 約 0.55 |
| ③大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく | 約 2.0 |
| ④大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく | 約 15 |
| ⑤地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく | 約 0.18 |
| 合 計 | 約 18 |

*:全気象シーケンスの平均値

第3.1.3.5-10表 被ばく経路別の実効線量及び主要解析条件

| 被ばく経路 | 実効線量(mSv)* | 主要解析条件 |
|--------------------------------------|------------|---|
| ①原子炉格納容器及びアニュラス部内の放射性物質からのガンマ線による被ばく | 約 0.31 | <ul style="list-style-type: none"> ・ソースターム解析結果(原子炉格納容器及びアニュラス部内の放射性物質の量) ・遮蔽厚さ ・評価点距離・高さ |
| ②大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく | 約 0.55 | <ul style="list-style-type: none"> ・ソースターム解析結果(放射性物質の放出量) ・気象資料 |
| ③大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく | 約 2.0 | <ul style="list-style-type: none"> ・ソースターム解析結果(放射性物質の放出量) ・湿性沈着係数 ・乾性沈着速度 ・気象資料 |
| ④大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく | 約 15 | <ul style="list-style-type: none"> ・ソースターム解析結果(放射性物質の放出量) ・呼吸率 ・気象資料 |
| ⑤地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく | 約 0.18 | <ul style="list-style-type: none"> ・ソースターム解析結果(放射性物質の放出量) ・湿性沈着係数 ・乾性沈着速度 ・再浮遊係数 ・呼吸率 ・気象資料 |

*:全気象シーケンスの平均値

第 3.1.3.5-11 表 不確実さ解析の条件

| 項目 | 上限値、下限値 | 分布形 | 備考 |
|-----------|---|--------|---|
| 呼吸率 | 上限値:9.722E-05 m ³ /s 下限値:4.167E-05 m ³ /s | 一様分布 | ICRP Publication 71を参照して設定 上限値は小児呼吸率の最大値(軽度の活動時) 下限値は小児呼吸率の最小値(睡眠時) |
| 湿性沈着係数 | $\Lambda = a \cdot R^b$ R:降雨強度 (mm/h) 比例定数a 上限値:1.14E-02 1/s 下限値:2.73E-08 1/s 指数部b 0.664 | 対数一様分布 | NUREG/CR-7155*の値を参照して設定 |
| 乾性沈着速度 | 上限値:3cm/s 下限値:0.03cm/s | 対数一様分布 | NUREG/CR-4551 Vol.2 の値を参照して設定 |
| 放射性物質の再浮遊 | 再浮遊による空気中濃度は以下の式で計算する。 空気中濃度 $= \text{地表面濃度} \cdot A \cdot e^{-\lambda t}$ $\lambda = \ln 2 / B$ 再浮遊係数A 上限値:1.0E-04 1/m 下限値:1.0E-06 1/m 再浮遊係数B 上限値:3.1E+07 s 下限値:2.6E+06 s | 対数一様分布 | NUREG/CR-4551 Vol.2 の値を参照して設定 |

* : NUREG/CR-7155 "State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses Project Uncertainty Analysis of the Unmitigated Long-Term Station Blackout of the Peach Bottom Atomic Power Station"

第 3.1.3.5-12 表 アニュラス空気浄化設備の操作時間に係る感度解析の条件

| 項目 | ベースケース | 感度解析 | 選定理由 |
|-------------|--------|------|---|
| アニュラス負圧達成時間 | 62分 | 82分 | ベースケースよりも20分遅くアニュラス空気浄化設備を操作すると想定(起動遅れ時間80分+負圧達成時間2分) |

第 3.1.3.5-13 表 呼吸率に係る感度解析の条件

| 項目 | ベースケース | 感度解析 | 選定理由 |
|-----|-----------------------------|--|---------------------------|
| 呼吸率 | 5.972E-05 m ³ /s | 上限値 9.722E-05 m ³ /s 下限値 4.167E-05 m ³ /s | 不確実さ解析で設定した不確実さ幅の上限値及び下限値 |

第 3.1.3.5-14 表 濡性沈着係数に係る感度解析の条件

| 項目 | ベースケース | 感度解析 | 選定理由 |
|--------|---|--|---------------------------|
| 濡性沈着係数 | $\Lambda = a \cdot R^b$ R:降雨強度 (mm/h) 比例定数a 9.5E-05 1/s 指数部b 0.8 | 比例定数a 上限値: 1.14E-02 1/s 下限値: 2.73E-08 1/s 指数部b 0.664 | 不確実さ解析で設定した不確実さ幅の上限値及び下限値 |

第 3.1.3.5-15 表 乾性沈着速度に係る感度解析の条件

| 項目 | ベースケース | 感度解析 | 選定理由 |
|--------|---------|---------------------------|---------------------------|
| 乾性沈着速度 | 0.3cm/s | 上限値:3cm/s 下限値:0.03cm/s | 不確実さ解析で設定した不確実さ幅の上限値及び下限値 |

第 3.1.3.5-16 表 感度解析結果のまとめ

| 感度解析ケース | | 実効線量(平均値) |
|---------|------------------|--------------|
| a | アニュラス空気浄化設備の操作時間 | 約23mSv |
| b | 呼吸率 | 約14 ～ 約28mSv |
| c | 湿性沈着係数 | 約18 ～ 約20mSv |
| d | 乾性沈着速度 | 約18 ～ 約20mSv |

| データ番号 ^{*1} | ケース1 | ケース2 | … | … | ケース 8,760 |
|---------------------|------------------|--------|--------|--------|--------------|
| 1 | D1 ^{*2} | D1 | D1 | D1 | D1 |
| 2 | D2 | D2 | D2 | D2 | D2 |
| 3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 |
| … | … | … | … | … | … |
| 119 | D119 | D119 | D119 | D119 | D119 |
| 120 | D120 | D120 | D120 | D120 | D120 |
| 121 | D121 | D121 | D121 | D121 | D121 |
| 122 | D122 | D122 | D122 | D122 | D122 |
| … | … | … | … | … | … |
| 8,760 | D8,760 | D8,760 | D8,760 | D8,760 | D8,760 |

*1:データの並びは1月1日1時～12月31日24時までである。

*2:Dn:n番目のデータ番号に対応する気象データ(風向、風速、大気安定度、降雨量)

第3.1.3.5-1図 気象シーケンスの設定

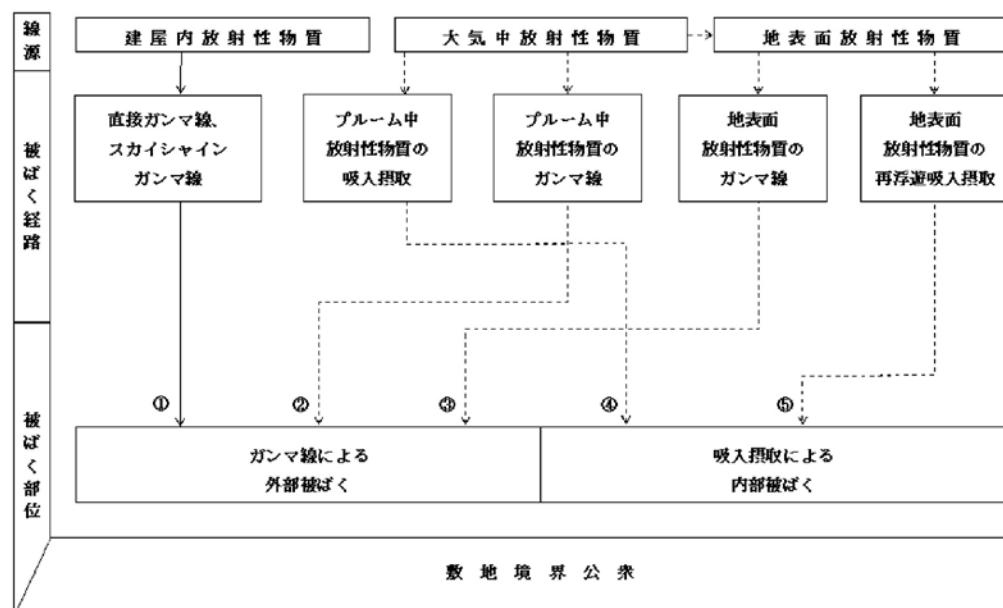
| MAAP コード(代表核種) | | | MACCS2 コード |
|------------------------|--------------------------------|---|----------------------------|
| Group 1 | Nobles | → | Group 1 希ガス類 |
| Group 2 ^{*1} | CsI+RbI | → | Group 2 ^{*1} よう素類 |
| Group 3 ^{*2} | TeO ₂ | → | Group 3 ^{*1} Cs 類 |
| Group 4 | SrO | → | Group 4 ^{*2} Te 類 |
| Group 5 | MoO ₂ | → | Group 5 Sr 類 |
| Group 6 ^{*1} | CsOH+RbOH | → | Group 6 Ru 類 |
| Group 7 | BaO | → | Group 7 La 類 |
| Group 8 | La ₂ O ₃ | → | Group 8 Ce 類 |
| Group 9 | CeO ₂ | → | Group 9 Ba 類 |
| Group 10 ^{*2} | Sb | → | |
| Group 11 ^{*2} | Te ₂ | → | |
| Group 12 ^{*3} | UO ₂ | → | |

*1:MACCS2 コードの Group2(よう素類)は、MAAP コードの Group2(CsI+RbI)の放出割合から求める。また、MACCS2 コードの Group3(Cs 類)は、CsI 及び CsOH で存在すると考えられることから、MAAP コードの Group2(CsI+RbI)及び Group6(CsOH+RbOH)を考慮する。大気中への放出放射能量は、放出割合と炉心内蓄積量の積で求めるが、MAAP コードの Group2(CsI+RbI)の Cs の放出量は、よう素と Cs 類の物質量の比から、よう素と結合する Cs 類の全炉心内蓄積量に対する割合を仮定して求める。Group6(CsOH+RbOH)の Cs の放出量は、保守的に Group2(CsI+RbI)の CsI 生成に伴う Cs 量の減少を無視して求める。

*2:MACCS2 コードの Group4(Te 類)は、MAAP コードの Group3(TeO₂)、Group10(Sb)及び Group11(Te₂)の放出割合から求める。

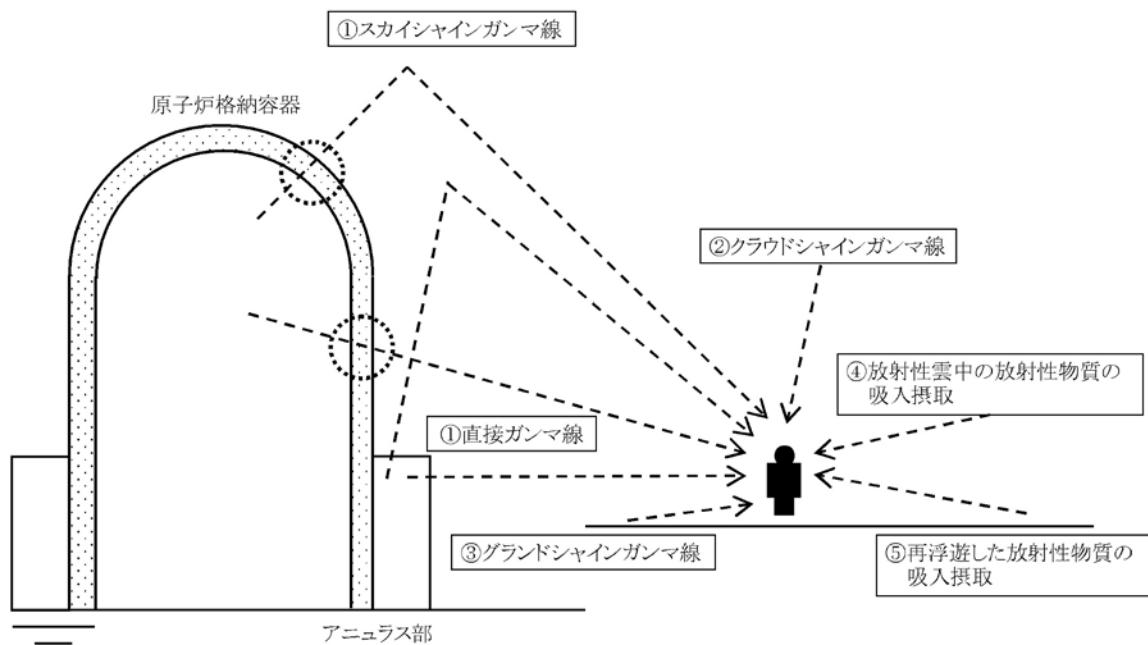
*3:線量評価対象核種ではない。

第 3.1.3.5-2 図 MAAP コード及び MACCS2 コード核種グループの分類

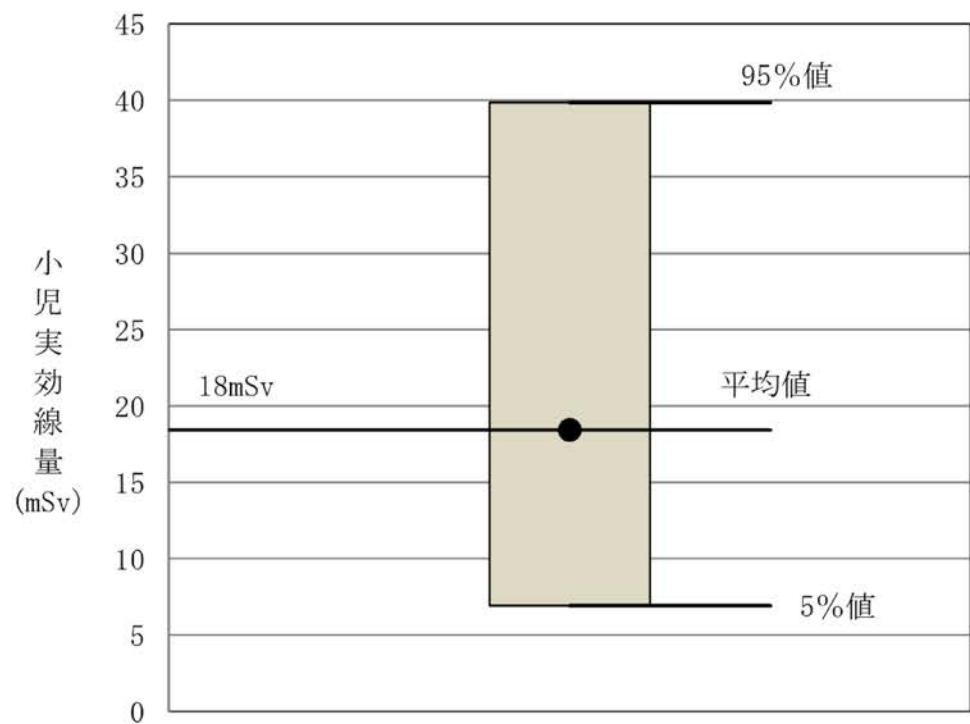


第 3.1.3.5-3 図 敷地等境界における公衆の被ばく経路

| | |
|------------------|--------------------------------------|
| 敷地等境界に おける被ばく | ①原子炉格納容器及びアニュラス部内の放射性物質からのガンマ線による被ばく |
| | ②大気中に放出された放射性物質からのガンマ線による被ばく |
| | ③大気中に放出され地表面に沈着した放射性物質からのガンマ線による被ばく |
| | ④大気中に放出された放射性物質の吸入摂取による被ばく |
| | ⑤地表面に沈着後に再浮遊した放射性物質の吸入摂取による被ばく |



第 3.1.3.5-4 図 被ばく経路イメージ



第 3.1.3.5-5 図 敷地等境界における実効線量の評価結果

3.1.3.6 PRAにより抽出された追加措置

3.1.3.1 から 3.1.3.4 までで示した PRA の結果から、現状のプラントの安全性を更に向上させることを目的とし、炉心損傷及び格納容器機能喪失に至る主なシナリオとその要因を分析し、安全性向上のための追加措置を検討した。具体的な追加措置の検討プロセスを以下に示す。

リスク寄与が大きな事故シーケンスに対する追加措置を優先的に検討するため、現状のプラント状態でのリスク評価値を整理し、各事象（内部事象出力運転時、内部事象停止時、地震出力運転時及び津波出力運転時）における事故シーケンスグループごとの CDF 及びその CDF が各事象の全 CDF に対して寄与する割合、並びに各事象（内部事象出力運転時、地震出力運転時及び津波出力運転時）における格納容器機能喪失モードごとの CFF 及びその CFF が各事象の全 CFF に対して寄与する割合を分析し、第 3.1.3.6-1 図に示すフローを用いて、追加措置の検討対象とする事故シーケンスグループ及び格納容器機能喪失モードを選定した。この選定に当たっては、一般社団法人 日本原子力学会が発行している「原子力発電所におけるシビアアクシデントマネジメント整備及び維持向上に関する実施基準：2013」（以下「SAM 標準」という。）を参考とした。

なお、事故時の Cs-137 の放出量が 100TBq を超えるような事故の発生頻度の評価結果から抽出される追加措置は、放射性物質の放出頻度低減のための措置であり、格納容器機能喪失頻度の評価結果から抽出される措置と同じであった。

次に第 3.1.3.6-1 表及び第 3.1.3.6-2 表に示すとおり、SAM 標準を参考に追加措置の検討対象として選定された事故シーケンスグループごとの CDF 及び格納容器機能喪失モードごとの CFF に対して、それらを重要度「高」、「中」又は「低」に分類するとともに、分類した重要度に応じて、有効と考えられる追加措置について検討を行った。

追加措置の具体的な検討においては、追加措置の検討対象として選定された事故シーケンスグループ及び格納容器機能喪失モードのうち、リスク寄与の大きい、代表的な事故シナリオに対する追加措置を検討した。FV 重要度の上位を参照し、リスク上重要な事象に対して効果的な措置となるものを追加措置として抽出した。

(1) 炉心損傷に至る主なシナリオの分析

- a. 重要度「高」に分類される事故シーケンスグループに対する追加措置の検討

重要度「高」に分類されるものはなかった。

- b. 重要度「中」に分類される事故シーケンスグループに対する追加措置の検討

重要度「中」に分類されるものはなかった。

- c. 重要度「低」に分類される事故シーケンスグループに対する追加措置の検討

重要度「低」に分類されたものとして、内部事象出力運転時レベル1PRAに対する「2次冷却系からの除熱機能喪失」、「原子炉補機冷却機能喪失」、「ECCS再循環機能喪失」、内部事象停止時レベル1PRAに対する「崩壊熱除去機能喪失」及び地震出力運転時レベル1PRAに対する「全交流動力電源喪失」であった。

- (a) 内部事象出力運転時レベル1PRA「2次冷却系からの除熱機能喪失」

イ 代表的事故シナリオの分析

安全系低圧交流母線の部分喪失の発生により、中間補機棟空調系の片トレンが機能喪失し、人的過誤により他方のトレンへの切替操作に失敗することで、電動補助給水ポンプ室空調系が機能喪失する。これによる電動補助給水ポンプ機能喪失に加え、タービン動補助給水泵の起動操作にも失敗することで、補助給水の失敗に至る。さらに、安全系交流母線喪失時には、蓄電池が枯済することでその後の主給水及びフィードアンドブリードの機能が喪失するため、炉心損傷に至る。

以上のようなシナリオに対し、待機側の中間補機棟空調系及び空調用冷水系への切替操作並びに補助給水系の復旧操作の習熟が効果的と評価し、追加措置を検討することとした。

ロ 追加措置の検討

各操作の失敗リスクに対する追加措置として、運転員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。

(b) 内部事象出力運転時レベル1PRA「原子炉補機冷却機能喪失」

イ 代表的事故シナリオの分析

通水側海水ストレーナ閉塞時に、待機側海水ストレーナへの切替操作に失敗することで、当該トレーンの海水系が喪失する。さらに、待機側トレーンへの切替操作に従属的に失敗することで、原子炉補機冷却機能喪失に至る。

原子炉補機冷却機能喪失後、RCPシールLOCAが発生し、その後のSA対策（常設電動注入ポンプ、移動式大容量ポンプ車等）に失敗することで炉心損傷に至る。

以上のようなシナリオに対し、当該シナリオ発生時における海水系切替操作及びSA対策操作の習熟が効果的と評価し、追加措置を検討することとした。

ロ 追加措置の検討

海水系切替操作及びSA対策操作失敗のリスクに対する追加措置として、緊急時対策要員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。

(c) 内部事象出力運転時レベル1PRA「ECCS再循環機能喪失」

イ 代表的事故シナリオの分析

格納容器再循環サンプ外隔離弁の開操作に失敗すると、ECCS再

循環に失敗し炉心損傷に至る。

以上のようなシナリオに対し、当該シナリオ発生時における格納容器再循環サンプ外隔離弁開操作の習熟が効果的と評価し、追加措置を検討することとした。

ロ 追加措置の検討

各操作の失敗リスクに対する追加措置として、運転員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。

(d) 内部事象停止時レベル1PRA「崩壊熱除去機能喪失」

イ 代表的事故シナリオの分析

安全系高圧母線の部分喪失(POS9)発生により、運転側の余熱除去系が機能喪失し、その後の待機側の余熱除去系への切替操作に失敗し、2次系強制冷却操作にも従属性に失敗する。その後の緩和手段である充てん注入及び高圧注入の健全側が点検のため待機除外であった場合機能喪失となり、短期的な炉心注入手段が喪失し、炉心損傷に至る。

以上のようなシナリオに対し、待機側の余熱除去系への切替操作及び2次系強制冷却操作の習熟が効果的と評価し、追加措置を検討することとした。

ロ 追加措置の検討

各操作の失敗リスクに対する追加措置として、運転員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。

(e) 地震出力運転時レベル1PRA「全交流動力電源喪失」

イ 代表的事故シナリオの分析

地震により全交流動力電源喪失が発生し、その後のSA対策(大容量空冷式発電機、2次系強制冷却、移動式大容量ポンプ車、常設電

動注入ポンプ等)に失敗することで炉心損傷に至る。

以上のようなシナリオに対し、当該シナリオ発生時におけるSA対策操作の習熟が効果的と評価し、追加措置を検討することとした。

ロ 追加措置の検討

SA対策操作失敗のリスクに対する追加措置として、緊急時対策要員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。

(2) 格納容器機能喪失に至る主なシナリオの分析

a. 重要度「高」となった格納容器機能喪失モードに対する追加措置の検討

重要度「高」に分類されるものはなかった。

b. 重要度「中」となった格納容器機能喪失モードに対する追加措置の検討

重要度「中」に分類されたものとして、内部事象出力運転時レベル2PRAに対する「格納容器隔離失敗」、「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」及び地震出力運転時レベル2PRAに対する「格納容器隔離失敗」であった。

(a) 内部事象出力運転時レベル2PRA「格納容器隔離失敗」

イ 代表的事故シナリオの分析

安全系低圧交流母線の部分喪失の発生により、中間補機棟空調系の片トレインが機能喪失し、人的過誤により他方のトレインへの切替操作に失敗することで、電動補助給水ポンプ室空調系が機能喪失する。これによる電動補助給水ポンプ機能喪失に加え、タービン動補助給水泵の起動操作にも失敗することで、補助給水の失敗に至る。さらに、安全系交流母線喪失時には、蓄電池が枯済することでその後の主給水及びフィードアンドブリードの機能が喪失するため、炉心損傷に至る。また、中間補機棟空調系喪失により、体積制御タンク水位異常低信号が発信されず、体積制御タンクから燃料取替用水ピットへの水源切替が出来なくなり、RCP封水注入による水封に期待できなくなる。そのため、格納容器隔離失敗となり、格納容器機能喪失に至る。

以上のようなシナリオは、炉心損傷に伴い従属的に格納容器機能喪失に至るシナリオであるため、炉心損傷を防止するための対策が格納容器機能喪失防止のための対策として有効であると考える。具体的には、「(1) 炉心損傷に至る主なシナリオの分析」に記載のとおり、待

機側の中間補機棟空調系及び空調用冷水系への切替操作並びに補助給水系の復旧操作の習熟が効果的と評価し、追加措置を検討することとした。

ロ 追加措置の検討

各操作の失敗リスクに対する追加措置として、運転員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。

なお、RCP封水注入による水封機能喪失の可能性低減のための対策として、炉心損傷前に封水戻りライン隔離弁を閉止する手順を追加することが考えられるが、従属的に複数の人的過誤が発生することを想定しているシナリオであるため、更なる手順の追加は安全性向上に寄与しない可能性がある。また、手順の追加による効果を総合的に検討する必要があることから、今回は追加措置としない。

(b) 内部事象出力運転時レベル2PRA「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」

イ 代表的事故シナリオの分析

RCPシールLOCAが発生し、その後のSA対策（常設電動注入ポンプ、移動式大容量ポンプ車等）に失敗することで炉心損傷に至る。また、移動式大容量ポンプ車の確立に失敗することで、格納容器内自然対流冷却（海水）の失敗により格納容器からの除熱に失敗し、格納容器機能喪失に至る。

以上のようなシナリオに対し、炉心損傷を防止するための対策として、当該シナリオ発生時におけるSA対策操作の習熟が効果的と評価し、追加措置を検討することとした。また、格納容器機能喪失を防止するための設備対応として、特定重大事故等対処施設による格納容器スプレイ及びフィルタベントが効果的と評価し、追加措置を検討することとし

た。

ロ 追加措置の検討

SA対策操作失敗のリスクに対する追加措置として、緊急時対策要員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。

また、過圧破損に対する追加措置として、特定重大事故等対処施設による格納容器スプレイ及びフィルタベントの導入を抽出した。これは、原子力規制の要求事項としての特定重大事故等対処施設対応として、設備対策及び手順化の観点から導入を計画中のものである。

なお、RCPシールLOCA発生の可能性低減のための対策として、低漏えいシールの導入が考えられるが、導入に当たっての検討課題、海外プラントでの運用状況等を調査し、安全性向上への寄与について今後検討する必要があることから、今回は追加措置としない。

(c) 地震出力運転時レベル2PRA「格納容器隔離失敗」

イ 代表的事故シナリオの分析

地震により全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失が発生し、その後のSA対策（大容量空冷式発電機、2次系強制冷却、移動式大容量ポンプ車等）に失敗することで炉心損傷に至る。更に現場でのRCP封水戻りライン隔離弁閉止に失敗することで格納容器隔離失敗となる。

以上のようなシナリオに対し、炉心損傷及び格納容器機能喪失を防止するための対策として、当該シナリオ発生時におけるSA対策操作の習熟が効果的と評価した。また、格納容器機能喪失を防止するための設備対応として、特定重大事故等対処施設による格納容器スプレイ及びフィルタベントが効果的と評価し、追加措置を検討することとした。

ロ 追加措置の検討

SA対策操作失敗のリスクに対する追加措置として、緊急時対策要員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。

c. 重要度「低」となった格納容器機能喪失モードに対する追加措置の検討

重要度「低」に分類されたものとして、地震出力運転時レベル2PRAに対する「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」であった。

(a) 地震出力運転時レベル2PRA「水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損」

イ 代表的事故シナリオの分析

地震により全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失が発生し、その後のSA対策(大容量空冷式発電機、2次系強制冷却、移動式大容量ポンプ車等)に失敗することで炉心損傷に至る。更に交流電源の回復に失敗することに伴い、常設電動注入ポンプによる代替格納容器スプレイに失敗して格納容器機能喪失に至る。

以上のようなシナリオに対し、炉心損傷及び格納容器機能喪失を防止するための対策として、当該シナリオ発生時におけるSA対策操作の習熟が効果的と評価した。

ロ 追加措置の検討

SA対策操作失敗のリスクに対する追加措置として、緊急時対策要員を対象とした教育・訓練プログラム策定へのリスク情報の活用を抽出した。また、過圧破損に対する追加措置として、特定重大事故等対処施設による格納容器スプレイ及びフィルタベントの導入を抽出した。これは、原子力規制の要求事項としての特定重大事故等対処施設対応

として、設備対策及び手順化の観点から導入を計画中のものである。

(3) PRAにより抽出された追加措置の整理

各PRAにより抽出された安全性向上のための追加措置としては、設備対応としての機器の信頼性向上、運用対応としての手順等の改善並びに教育・訓練の強化による運転員及び緊急時対応要員の事故時対応能力の向上が挙げられた。具体的に検討した追加措置について整理した結果を第3.1.3.6-3表に示す。

なお、原子力施設の設計及び運用に対して、PRAの結果としてのリスク情報を利用するためには、より現実的な評価に向けた検討、研究の推進などに取組んでいく必要がある。今後もこれらの取組みを継続的に推進していく。

第 3.1.3.6-1 表 事故シーケンスグループごとの CDF

| 事故シーケンスグループ | 内部事象 出力運転時 | 内部事象 停止時 | 地震 | 津波 |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 2 次冷却系からの除熱機能喪失 | 5.1E-07 (20.6%) | 1.9E-09 (0.8%) | 3.2E-08 (7.5%) | ε^{*2} |
| 全交流動力電源喪失 | 1.9E-07 (7.6%) | 2.8E-08 (11.4%) | 1.9E-07 (44.5%) | 1.5E-12 (3.3%) |
| 原子炉補機冷却機能喪失 | 7.6E-07 (30.7%) | 1.4E-08 (5.5%) | 9.4E-08 (22.5%) | |
| 原子炉格納容器の除熱機能喪失 | 1.6E-08 (0.7%) | ε^{*1} | 1.1E-10 (<0.1%) | ε^{*2} |
| 原子炉停止機能喪失 | 1.2E-09 (<0.1%) | | 2.3E-08 (5.5%) | |
| ECCS 注水機能喪失 | 4.0E-07 (16.4%) | 3.8E-11 (<0.1%) | 4.4E-08 (10.5%) | ε^{*2} |
| ECCS 再循環機能喪失 | 5.4E-07 (22.0%) | 2.3E-12 (<0.1%) | 9.7E-09 (2.3%) | ε^{*2} |
| 格納容器バイパス | 4.9E-08 (2.0%) | | | |
| 崩壊熱除去機能喪失(停止時) | | 1.1E-07 (43.2%) | | |
| 原子炉冷却材の流出(停止時) | | 8.7E-08 (35.0%) | | |
| 反応度の誤投入(停止時) | | 9.1E-09 (3.6%) | | |
| 原子炉建屋損傷 | | | 2.0E-08 (4.8%) | |
| 原子炉格納容器損傷 | | | 2.0E-10 (<0.1%) | |
| 蒸気発生器伝熱管破損 (複数本破損) | | | 9.8E-09 (2.3%) | |
| 複数の信号系損傷 | | | | 4.5E-11 (96.7%) |
| 合計 | 2.5E-06 | 2.5E-07 | 3.8E-07 | 4.6E-11 |

緑ハッチング:重要度「低」

()内は各事象の合計に占める割合を示す。

*1: ε : カットオフ値(1.0E-12(／炉年))未満*2: ε : カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

第 3.1.3.6-2 表 格納容器機能喪失モードごとの CFF

| 格納容器機能喪失モード | 内部事象 出力運転時 | 地震 | 津波 |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| α (原子炉容器内水蒸気爆発) | 5.5E-11 (<0.1%) | ε^{*1} | ε^{*2} |
| β (格納容器隔離失敗) | 3.6E-07 (36.6%) | 1.4E-07 (45.8%) | 4.5E-11 (97.2%) |
| γ (水素燃焼 (原子炉容器破損前)) | 1.3E-12 (<0.1%) | ε^{*1} | ε^{*2} |
| γ' (水素燃焼 (原子炉容器破損直後)) | 1.4E-10 (<0.1%) | ε^{*1} | ε^{*2} |
| γ'' (水素燃焼 (原子炉容器破損後後期)) | 1.5E-09 (0.2%) | 1.8E-11 (<0.1%) | ε^{*2} |
| δ (水蒸気・非凝縮性ガス蓄積による過圧破損) | 4.4E-07 (45.1%) | 8.6E-08 (28.1%) | 3.7E-13 (0.8%) |
| ε (ベースマット溶融貫通) | 7.9E-09 (0.8%) | 3.4E-09 (1.1%) | 6.6E-14 (0.1%) |
| θ (水蒸気蓄積による格納容器先行破損) | 3.6E-08 (3.6%) | 2.0E-09 (0.7%) | ε^{*2} |
| η (原子炉容器外水蒸気爆発) | 1.1E-09 (0.1%) | 1.4E-11 (<0.1%) | ε^{*2} |
| σ (格納容器雰囲気直接加熱) | 0 | 0 | 0 |
| ν (インターフェイスシステム LOCA) | 3.8E-09 (0.4%) | | |
| g (蒸気発生器伝熱管破損) | 6.7E-08 (6.8%) | 1.0E-08 (3.3%) | ε^{*2} |
| τ (格納容器過温破損) | 6.3E-08 (6.4%) | 4.4E-08 (14.4%) | 8.6E-13 (1.9%) |
| μ (格納容器直接接触) | ε^{*1} | ε^{*1} | ε^{*2} |
| χ (炉心損傷に先立つ地震による格納容器先行機能喪失) | | 2.0E-08 (6.7%) | |
| 合計 | 9.9E-07 | 3.0E-07 | 4.6E-11 |

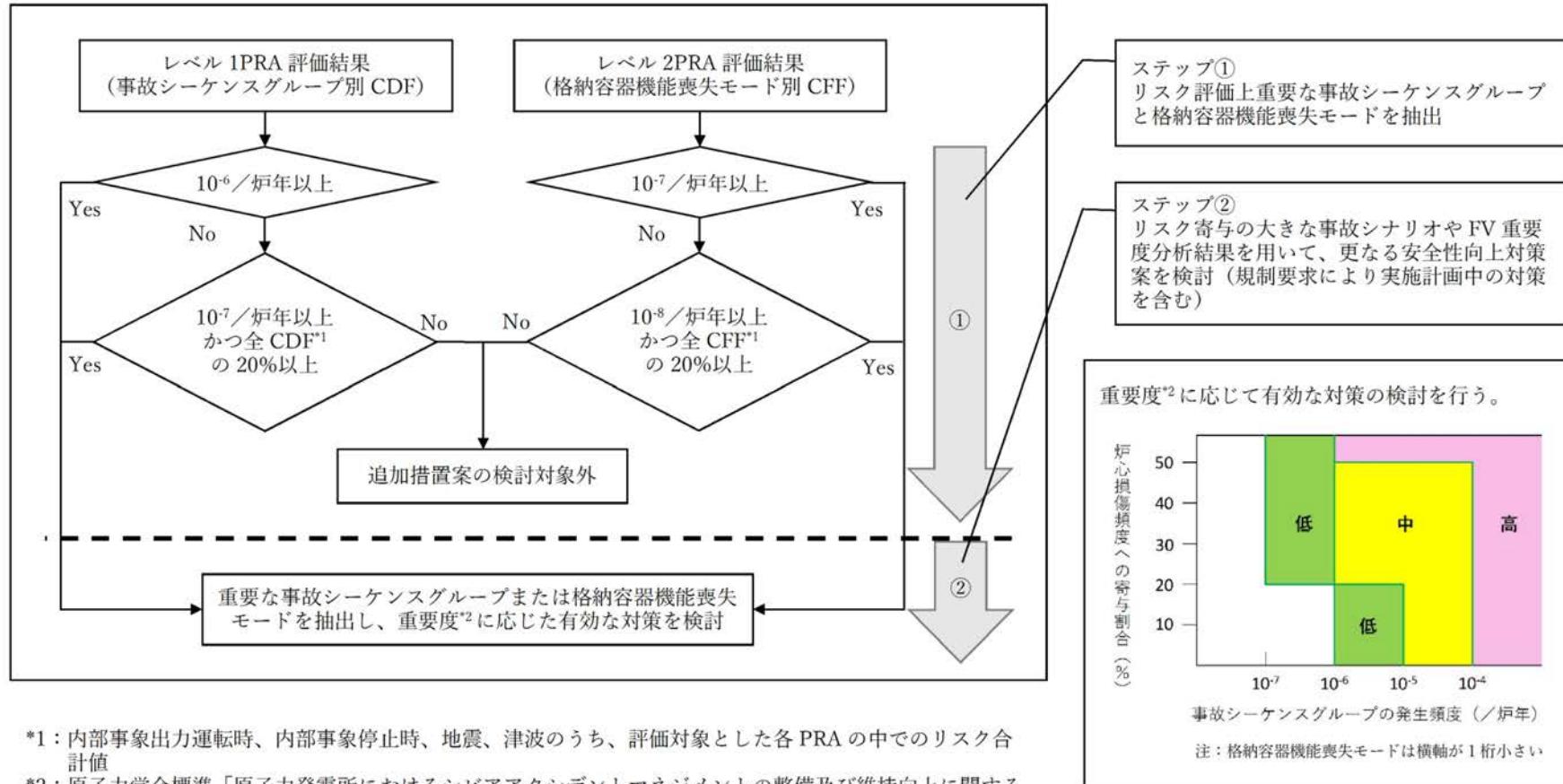
黄ハッチング:重要度「中」

()内は各事象の合計に占める割合を示す。

*1: ε :カットオフ値(1.0E-12(／炉年))未満*2: ε :カットオフ値(1.0E-15(／炉年))未満

第 3.1.3.6-3 表 PRA により抽出された追加措置

| | 分類 | 追加措置 | 期待される効果 | 左記追加措置が抽出された事象 |
|------|-----------|-------------------------------------|--|--|
| 追加措置 | 設備対策／運用対策 | ・特定重大事故等対処施設による格納容器スプレイ及びフィルタベントの導入 | ・原子炉格納容器の過圧破損のリスクの低減が期待できる。 | ・内部事象出力運転時レベル 2PRA |
| | リスク情報の活用 | ・運転員及び緊急時対応要員への教育・訓練プログラム策定への活用 | ・重要シナリオに対する教育・訓練を重点的に実施することにより、運転員の意識を高め、事故対応能力を向上できる。 | ・内部事象出力運転時レベル 1PRA ・内部事象停止時レベル 1PRA ・地震出力運転時レベル 1PRA ・内部事象出力運転時レベル 2PRA ・地震出力運転時レベル 2PRA |



第3.1.3.6-1図 追加措置の検討対象選定フロー

3.1.3.7 PRA改善に向けた取組み方針

安全性向上評価における PRA 実施の目的は、評価結果の分析に基づくプラントの脆弱点の把握と安全性向上対策の立案であることから、より現実的な評価を実施することが望ましく、その目的に沿った PRA 手法及び PRA モデルの改善が必要となる。

本届出においては、起因事象発生頻度等の入力データの最新化、海外専門家によるレビュー結果の PRA モデルへの反映(例:起因事象の細分化)を行うなど、より現実的な評価を目指した取組みを実施しているが、更なる改善に向け、以下の項目を実施する。

- ・国際的な水準に比肩する PRA への高度化を目指した活動である PWR 又は BWR パイロットプラントの取組みを踏まえ、PRA モデルの高度化(主に人間信頼性解析最新手法適用、イベントツリー・フォールトツリー精緻化、個別プラント故障率適用)を実施する。なお、これらの内容を反映した PRA モデルは、原子力規制検査への活用のために、構築済みである。
- ・地震 PRA については、2018 年度にフラジリティ評価及びシステム評価の手法についての課題を抽出した。今後は、引き続き抽出された課題の解決に向けた計画及び検討を実施する。また、既に課題として明確となっていた多重故障起因事象のモデル化手法及び SSC の損傷が炉心損傷に直結するシナリオの精緻化については、解決に向けた方策を検討した。これらについては、引き続き、方策の適用について検討を行う。

PRA 手法の改善は、電力共通の課題であることから、これらの取組みについては、電力大研究、電力中央研究所 原子力リスク研究センター等の活用により、効果的な取組みとなるよう進めていく。

3.1.3.8 過去に公表済みの PRA 結果と解析条件の相違について

3.1.3.1、3.1.3.3 及び 3.1.3.4 に示した PRA の結果に対し、過去に公表している PRA 結果及び解析条件との相違を分析し整理した。

なお、玄海 3 号機と玄海 4 号機はツインユニットであり、評価対象としている機器や系統構成は基本的に同じであることを踏まえ、ここでは、玄海 3 号機の PRA 結果を対象として実施した。

(1) 内部事象出力運転時レベル1PRA

玄海3号機については、これまでアクシデントマネジメント(AM)整備後のPSA、定期安全レビュー(以下「PSR」という。)及び新規制基準適合性に係る原子炉設置変更許可申請(平成29年1月18日許可)にてPRAを実施している。

第3.1.3.8-1表に、これまで公表した玄海3号機の内部事象出力運転時レベル1PRA結果を示すが、それぞれのCDFを比較すると、以下の相違が生じている。

- ①AM整備後PSA報告書(追加AM対策整備前)のCDFが 10^{-7} オーダであるのに対して、④原子炉設置変更許可申請書のCDFは 10^{-4} オーダであり、3桁程度の差がある。
- ③PSR報告書と⑥安全性向上評価届出書(SA対策あり)のCDFを比較すると、⑥では新規制基準対応にて新たに整備したSA対策を考慮しているが、CDFは大きくなっている。
- ④原子炉設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書(SA対策なし)では、SA対策なしの状態であり緩和策の条件は同じであるが、CDFは異なる。

このため、①AM整備後PSA報告書(追加AM対策整備前)と④原子炉設置変更許可申請書、③PSR報告書と⑥安全性向上評価届出書(SA対策あり)、④原子炉設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書(SA対策なし)について、以下の解析条件によるCDFの相違を感度解析にて分析した。

- 起因事象発生頻度
- 緩和策
- 人的過誤(従属性)評価
- 故障率
- 共通原因故障(以下「CCF」という。)パラメータ
- 原子力リスク研究センターの技術諮問委員会(以下「TAC」という。)から

のコメント反映

a. ①AM整備後PSA報告書(追加AM対策整備前)と④原子炉設置変更許可申請書の比較

①AM整備後PSA報告書(追加AM対策整備前)においては、平成4年以前に整備されていたフィードアンドブリード、2次系強制冷却などのAM策に期待しているが、④原子炉設置変更許可申請書では、SA対策を検討するためのシケンスグループを抽出する目的でPRAを実施しており、それらのAM策にも期待しないものとして評価している。

また、①追加AM対策整備前は、故障率データとして米国機器故障率を使用、CCFについても評価手法が異なることから、④原子炉設置変更許可申請書と比較すると、解析条件において異なる点が多い。

これらの緩和策、故障率データ及びCCF評価手法の評価条件の相違による影響を感度解析により分析した結果、①と④のCDFの差の要因は、緩和策の評価条件の差による影響が大きいことを確認した。

解析条件、感度解析結果について、以下に示す。

(a) 解析条件

解析条件を第3.1.3.8-2表に示す。

ケース1:起因事象発生頻度の相違の影響分析

①の起因事象発生頻度に④の値を適用しCDFを計算する。

ケース2:緩和策の相違の影響分析

①の緩和策として考慮しているフィードアンドブリード、2次系強制冷却などのAM策を除いた場合のCDFを計算する。

ケース3:故障率データの相違の影響分析

FV重要度の上位機器を対象として、米国機器故障率と国内機器故障率(国内21ヶ年データ)を比較し、①の米国機器故障率

から④の国内機器故障率に変更した場合の低減率からCDFを概略計算する。

ケース4:CCFパラメータの相違の影響分析

FV重要度の上位を対象として、①と④のCCFパラメータを比較し、①のCCFパラメータを④の値に変更した場合の低減率からCDFを概略計算する。

(b) 感度解析結果

感度解析結果を第3.1.3.8-2表に示す。

ケース1:①の起因事象発生頻度を④に変更したところ、

$$\textcircled{1}: 2.4 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 2.9 \times 10^{-7} (\text{／炉年})$$

となった。起因事象発生頻度の相違については、①及び④のベースケースの差異に対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース2:①の緩和策として考慮しているフィードアンドブリード、2次系強制冷却などのAM策を除いた場合のCDFの影響を検討したところ、

$$\textcircled{1}: 2.4 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 1.8 \times 10^{-4} (\text{／炉年})$$

となった。緩和策の比較を第3.1.3.8-3表に示す。

各AM策のうち最も大きな影響は起因事象として原子炉補機冷却機能が喪失した場合の緩和策の差異である。原子炉補機冷却機能喪失事象発生時のシナリオとしての大きな相違は以下のとおりである。

①CCW復旧に期待し、炉心損傷防止可能

④CCW復旧に期待できず、炉心損傷防止不可

以上から、①と④の緩和策の相違は「CCWの復旧」が主たるものであり、これらの条件を同等とすることで①と④の結果が同等となることを確認できた。

ケース3:故障率の増減割合は機器によって異なるものの、全体的に国内機器故障率の方が小さくなっている。FV重要度の上位機器を対象に故障率を④の国内機器故障率(国内21ヶ年データ)に変更した場合の影響を概略検討したところ、

$$\textcircled{1}: 2.4 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 8.2 \times 10^{-8} (\text{／炉年})$$

となった。故障率の相違については、①及び④のベースケースの差異に対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース4:CCFパラメータは①NUREG-1150と④CCF Parameter 2010の値とで異なる。①でのFV重要度上位を対象に、CCFパラメータ値を比較したところ④の方が小さくなってしまっており、①から④にCCFパラメータ値を変更した場合の影響を概略検討したところ、

$$\textcircled{1}: 2.4 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 2.1 \times 10^{-7} (\text{／炉年})$$

となった。CCFパラメータ値の相違については、①及び④のベースケースの差異に対して大きな影響がないことが確認できた。

上述したとおり、①に比べて④のCDFが3桁程度大きいことはAM策に期待しないことによる影響が主要因である。人的過誤従属性の評価条件の相違は、①と④の差に対してはほとんど影響がない。但し、①ではTHERP手法に基づき詳細に人的過誤を検討しているのは一部であり、それ以外はスクリーニング値を採用しているなど、概略評価となっている。一方で、④ではPRAでモデル化すべき運転員操作を抽出し、それぞれにTHERP手法を適用して人的過誤を詳細に分析している。

上記の分析の結果、①と④のCDFの差が3桁程度となる要因は、ケース2に示すとおり、フィードアンドブリード、2次系強制冷却、CCW復旧など、④では期待していない緩和策によるCDFの低減効果であることを確認した。

b. ③PSR報告書と⑥安全性向上評価届出書(SA対策あり)の比較

安全性向上評価届出書においては、大容量空冷式発電機、常設電動注入ポンプ等、新規制基準対応にて新たに整備したSA対策を考慮している。一方、PSR報告書において考慮している緩和策のうち、号機間電源融通、CCWの復旧等は、同等の機能を有するSA対策がある等の理由でCDFへの影響が小さいと考えられることから、安全性向上評価届出書において考慮していない。

人的過誤の従属性の評価条件については、安全性向上評価届出書ではビアレビューコメントを反映し、トレンにおける人的過誤間の従属性を完全従属、同一シーケンスにおける人的過誤間の従属性を適切に考慮している。

また、安全性向上評価届出書では、故障率データについては国内機器故障率29ヶ年データを使用し、CCFについての評価手法が異なるとともに、TACからのコメント反映によりイベントツリーの高度化等を実施している。

これらの緩和策、人的過誤従属性の評価条件、故障率データ、CCF評価手法及びTACコメントの反映の相違による影響を感度解析により分析した結果、③と⑥の差の要因は、緩和策の評価条件の差による影響が大きいことを確認した。

解析条件、感度解析結果について、以下に示す。

(a) 解析条件

解析条件を第3.1.3.8-4表に示す。

ケース1:起因事象発生頻度の相違の影響分析

③の起因事象発生頻度に⑥の値を適用しCDFを計算する。

ケース2:人的過誤従属性の影響分析

③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、③と⑥の人的過誤従属性の評価条件と同じにするため、トレンにおける人的過誤間の従属性を完全従属、同一シーケンスにおける人的過誤間の従

属性を完全独立に変更する。

ケース3:緩和策の相違の影響分析

③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、③のみ、⑥のみに考慮している緩和策を無効化し緩和策を同じとする。

ケース4:故障率の相違の影響分析

③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、故障率データの相違の影響を分析するため、FV重要度の上位機器を対象として、米国機器故障率と国内機器故障率(国内29ヶ年データ)を比較し、③の米国機器故障率から⑥の国内機器故障率に変更した場合の低減率からCDFを概略計算する。

ケース5:CCFパラメータの相違の影響分析

③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、CCFの評価手法の相違の影響を分析するため、FV重要度の上位を対象として、③と⑥のCCFパラメータを比較し、③のCCFパラメータを⑥の値に変更した場合の低減率からCDFを概略計算する。

ケース6:TACからのコメント反映の影響分析

③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、⑥で考慮している起因事象の細分化等のTACからのコメント反映を無効化する。

ケース7:ケース1～6すべての影響分析

③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、人的過誤従属性の評価条件、緩和策、故障率データ、CCFパラメータ及びTACからのコメント反映を③と⑥で同じとする。

(b) 感度解析結果

感度解析結果を第3.1.3.8-4表に示す。

ケース1:③の起因事象発生頻度を⑥に変更したところ、

$$\textcircled{3}: 1.0 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 9.5 \times 10^{-8} (\text{／炉年})$$

となった。起因事象発生頻度の相違については、③及び⑥のベースケースの差異に対して大きな影響がないことが確認できた。

ケース2: ③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、人的過誤の従属性条件を③と⑥で同等とした場合、

$$\textcircled{3}: 1.0 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 2.2 \times 10^{-7} (\text{／炉年})$$

$$\textcircled{6}: 2.5 \times 10^{-6} (\text{／炉年}) \rightarrow 2.0 \times 10^{-6} (\text{／炉年})$$

となった。③に対してトレーンにおける人的過誤間の従属性を完全従属に変更し、⑥に対して同一シーケンスにおける人的過誤間の従属性を完全独立とした結果、人的過誤の従属性条件の相違はCDFの差の要因の一つであることが確認できた。

ケース3: ③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、緩和策を③と⑥で同等とした場合、

$$\textcircled{3}: 1.0 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 6.5 \times 10^{-6} (\text{／炉年})$$

$$\textcircled{6}: 2.5 \times 10^{-6} (\text{／炉年}) \rightarrow 4.9 \times 10^{-6} (\text{／炉年})$$

となった。緩和策の比較を第3.1.3.8-5表に示す。

③に対しては、⑥でモデル化していない号機間電源融通及びCCW復旧を除外し、⑥に対しては、③でモデル化していないSA対策を除外して緩和策と同じとした結果、緩和策の相違はCDFの差の要因の一つであることが確認できた。

ケース4: ③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、③のFV重要度の上位機器を対象に故障率を⑥の国内機器故障率(国内29ヶ年データ)に変更した場合の影響を概略検討したところ、

$$\textcircled{3}: 1.0 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 4.8 \times 10^{-8} (\text{／炉年})$$

となった。故障率の増減は機器によって異なるものの、③で使用

している米国機器故障率と比較して、⑥で使用している国内機器故障率(国内29ヶ年データ)の方が小さくなっている。故障率の相違については、③及び⑥のベースケースにおいて⑥のCDFが大きくなる要因ではないことが確認できた。

ケース5:③でのFV重要度の上位を対象にCCFパラメータ値を比較したところ、⑥の方が小さくなっており、③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、③から⑥にCCFパラメータ値を変更した場合の影響を概略検討したところ、

$$\textcircled{3}: 1.0 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 8.6 \times 10^{-8} (\text{／炉年})$$

となった。CCFパラメータ値の相違については、③及び⑥のベースケースの差異に対して影響がないことが確認できた。

ケース6:③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、⑥からTACからのコメント反映を無効化したところ、

$$\textcircled{3}: 1.0 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 9.5 \times 10^{-8} (\text{／炉年})$$

$$\textcircled{6}: 2.5 \times 10^{-6} (\text{／炉年}) \rightarrow 2.3 \times 10^{-6} (\text{／炉年})$$

となった。③に対しては、ケース1と同様である。⑥に対しては、TACからのコメント反映を無効化した結果、TACからのコメント反映の相違については、③及び⑥のベースケースの差異に対して影響がないことが確認できた。

ケース7:③の起因事象発生頻度を⑥に変更した上で、人的過誤従属性、緩和策、故障率、CCFパラメータ、TACコメントの評価条件を③と⑥で同等とした場合、

$$\textcircled{3}: 1.0 \times 10^{-7} (\text{／炉年}) \rightarrow 6.4 \times 10^{-6} (\text{／炉年})$$

$$\textcircled{6}: 2.5 \times 10^{-6} (\text{／炉年}) \rightarrow 2.3 \times 10^{-6} (\text{／炉年})$$

となり、③と⑥のCDFは同等となることが確認できた。

上記の感度解析の結果、⑥で新規制基準対応にて新たに整備したSA対策を考慮しているにも関わらずCDFが大きくなっている要因は、ケース3に示す緩和策の影響が大きいことを確認した。

c. ④原子炉設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書(SA対策なし)の比較

安全性向上評価届出書では、起因事象発生頻度の評価においてフォールツツリー(以下「FT」という。)にて算出しているものがあるなど、原子炉設置変更許可申請書(平成29年1月18日許可)とは異なる点がある。

また、人的過誤従属性の評価条件についても、安全性向上評価届出書ではピアレビューコメントを受け、同一シーケンスにおける人的過誤間の従属性を適切に考慮、トレンにおける人的過誤間の従属性を完全従属としており、原子炉設置変更許可申請書(平成29年1月18日許可)の解析条件とは異なる。さらに、安全性向上評価届出書では、TACからのコメント反映によりイベントツリーの高度化等を実施している。

これらの起因事象発生頻度、人的過誤従属性の評価条件の相違及びTACコメントによる影響を、感度解析により分析した結果、④と⑤の差の要因は、起因事象発生頻度による影響が大きいことを確認した。

解析条件、感度解析結果について、以下に示す。

(a) 解析条件

解析条件を第3.1.3.8-6表に示す。

ケース1:起因事象発生頻度の相違の影響分析

④の起因事象発生頻度に⑤の値を適用しCDFを計算する。

ケース2:人的過誤従属性の相違の影響分析

④と⑤の人的過誤従属性の評価条件と同じにするため、④のトレ

ンにおける人的過誤間の従属性を完全従属、⑤の同一シーケンスにおける人的過誤間の従属性を完全独立に変更する。

ケース3:TACからのコメント反映の影響分析

⑤で考慮している起因事象の細分化等のTACからのコメント反映を無効化する。

(b) 感度解析結果

感度解析結果を第3.1.3.8-6表に示す。

ケース1:④の起因事象発生頻度を⑤に変更したところ、

④: 2.2×10^{-4} (／炉年) → 2.5×10^{-5} (／炉年)
となった。④と⑤では、SA対策、CCW回復などに期待しない条件は同等であり、原子炉補機冷却機能喪失事象が炉心損傷に直結する。このため、当該事象の発生頻度を発生件数(発生実績がないため0.5件とした)及び運転期間から算出(2.0×10^{-4} (／炉年))している④では、当該事象がCDFに対して大きく寄与している。ここで、安全性向上評価届出書では、当該事象の発生頻度をFTによって算出しており、発生頻度は原子炉設置変更許可申請書(平成29年1月18日許可)より低減している。④における当該事象の発生頻度を、FTによって算出した⑤の値に変更して評価を実施することにより、当該事象のCDFが 2.0×10^{-4} (／炉年) → 6.3×10^{-6} (／炉年)となり、④のベースケースにて最も寄与が高かった当該事象の寄与が相対的に低減したことによるものであることが確認できた。

ケース2: 人的過誤の従属性条件を④と⑤で同等とした場合、

④: 2.2×10^{-4} (／炉年) → 2.2×10^{-4} (／炉年)

⑤: 3.5×10^{-5} (／炉年) → 3.2×10^{-5} (／炉年)

となつた。④のCDFはベースからほぼ変動なしとなつた。SA対策等を考慮していない④と⑤の評価では、人的過誤の組み合わせ(トレーン間、同一シーケンス間)による炉心損傷への寄与が非常に少なく、④でのトレーンにおける人的過誤間の従属性の完全従属性への変更、⑤での同一シーケンスにおける人的過誤間の従属性の完全独立への変更を実施してもCDFに影響がないことが確認できた。

ケース3:⑤からTACからのコメント反映を無効化した場合、

$$⑤: 3.5 \times 10^{-5} (\text{／炉年}) \rightarrow 2.7 \times 10^{-5} (\text{／炉年})$$

となつた。TACからのコメント反映を無効化した結果、TACからのコメント反映の相違については、④及び⑤のベースケースの差異に対して影響がないことが確認できた。

上記の感度解析の結果、④、⑤ともにSA対策なしの状態であり緩和策の条件は同じであるにも関わらずCDFが異なっている主要因は、ケース1に示すとおり、安全性向上評価において原子炉補機冷却機能喪失事象の起因事象発生頻度をFTによる算出方法に変更したことによる影響が大きいことによるものであることを確認した。

(2) PRAに用いた地震ハザード及び津波ハザードの変遷について

今回PRAと前回PRAでは評価に用いる地震ハザード及び津波ハザードが異なる。前回PRAに用いた地震ハザード及び津波ハザードは、設置変更許可申請書(平成25年7月申請)における基準地震動及び基準津波の超過確率を参考していたが、今回PRAでは、設置変更許可申請書(平成29年1月補正)を参考したものである。

これらの地震ハザード及び津波ハザードの変遷及び変更理由について、第3.1.3.8-7表～第3.1.3.8-11表に示す。

(3) 地震PRA ④設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書(SA対策なし)の比較

a. 評価条件の相違

④設置変更許可申請書の地震PRA(以下「④前回PRA」という。)と⑤安全性向上評価届出書の地震PRA(SA対策なし)(以下「⑤今回PRA」という。)の評価条件の主な相違として、地震ハザード以外にフラジリティが挙げられ、今回PRAのフラジリティについては以下の点を見直している。

- ・変更後の地震ハザードをベースにフラジリティを評価

あわせて、PRAへの影響が大きくなると考えられる機器については、現実的な耐力又は応答を基に評価

- ・複数の電気盤(パワーセンタ、格納容器高レンジエリアモニタ検出器)について、現実的な耐力の評価のため新たに加振試験を実施し、その結果を反映

- ・耐震補強を施した機器(原子炉補機冷却水冷却器、格納容器スプレイ冷却器等)について、その結果を反映

- ・PWR標準プラントの耐力等を参照していた耐震B、Cクラスの機器等に対し、玄海3号機の耐力等をベースにフラジリティを評価

なお、前回PRAでは事故シーケンスグループの選定に有意な影響を及ぼさないことを踏まえ、PWR標準プラントのフラジリティに玄海3号機の地震応答を反映して評価した。

b. 分析結果

評価条件の相違による影響を確認するため、④前回PRA及び⑤今回PRAに対し、以下のとおり感度解析により分析した。感度解析結果を第3.1.3.8-12表に示す。

ケース1:④前回PRAに⑤今回PRAの地震ハザード(第3.1.3.8-13表参照)を適用した結果、

④前回PRA: $1.0 \times 10^{-6} \rightarrow 1.6 \times 10^{-6}$ (／炉年)

となった。

ケース2:ケース1に、⑤今回PRAの機器フラジリティの値を適用した結果、

④前回PRA: $1.0 \times 10^{-6} \rightarrow 1.1 \times 10^{-6}$ (／炉年)

となり、⑤今回PRAのCDF 1.1×10^{-6} とほぼ同じ値となった。

以上のことから、④前回PRA及び⑤今回PRAのCDFの相違の主な理由は地震ハザードとフラジリティの変更による影響であることが確認できた。

また、ヒューマンエラーについては、⑤今回PRAにて人的過誤の従属性及びストレスレベルを変更しているが、SA対策なしの状態では人的過誤の寄与が小さいため、評価条件の変更によるCDFへの影響はわずかである。

(4) 津波PRA ④設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書(SA対策なし)の比較

a. 評価条件の相違

④設置変更許可申請書の津波PRA(以下「④前回PRA」という。)と⑤安全性向上評価届出書(SA対策なし)の津波PRA(以下「⑤今回PRA」という。)の主な解析条件の相違点は津波ハザード及び1次系建屋の開口部シールの取り扱いである。⑤今回PRAでは開口部シールの津波損傷による1次系建屋への浸水を考慮する。開口部シールの取り扱いについて第3.1.3.8-14表に示す。

b. 分析結果

津波ハザード及び1次系建屋の開口部シールの取り扱いの相違による影響を確認するため、④前回PRA及び⑤今回PRAに対し、以下のとおり感度解析により分析した。感度解析結果を第3.1.3.8-15表に示す。

ケース1:④前回PRAに⑤今回PRAの津波ハザード(第3.1.3.8-16表参照)を適用した結果、

④前回PRA: $1.3 \times 10^{-10} \rightarrow 1.2 \times 10^{-9}$ (／炉年)

となった。

ケース2: ケース1に海水ポンプモータ下端高さ未満での1次系建屋への浸水(第3.1.3.8-17表参照)を考慮した結果、

④前回PRA(ケース1): $1.2 \times 10^{-9} \rightarrow 3.4 \times 10^{-9}$ (／炉年)

となり、⑤今回PRA 3.4×10^{-9} とほぼ同じ値となった。

以上のことから、④前回PRA及び⑤今回PRAのCDFの相違の主な理由は津波ハザード及び1次系建屋開口部シールの取り扱いであることが確認できた。

⑤今回PRAでは開口部シールが損傷して1次系建屋へ浸水した時点、又は

④前回PRAと同様に海水ポンプが喪失した時点で炉心損傷となることから、海水管レンチ高さから海水ポンプモータ下端高さ(EL6.0m～7.7m)の津波がCDFに影響する。

また、両者において海水ポンプモータ下端高さの津波で必ず炉心損傷することから、それ以上の高さでの条件の相違はCDFに影響を与えない。

第 3.1.3.8-1 表 玄海 3 号機の公表済みの内部事象出力運転時レベル 1PRA 結果

| 項目 | | AM 整備後 PSA 報告書 (平成 16 年 3 月) | | ③PSR 報告書 (平成 18 年 3 月) | ④設置変更 許可申請書 (平成 29 年 1 月) ^{*2} | 安全性向上評価届出書 (令和 2 年 2 月届出) | |
|------|-------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|---|------------------------------|------------------------|
| | | ①追加 AM 対策整備前 ^{*1} | ②追加 AM 対策整備後 | | | ⑤SA 対策なし | ⑥SA 対策あり |
| CDF | | 2.4×10^{-7} | 1.2×10^{-7} | 1.0×10^{-7} | 2.2×10^{-4} | 3.5×10^{-5} | 2.5×10^{-6} |
| 解析条件 | 故障率 | 米国データ | 米国データ | 米国データ | 国内データ (21 ケ年) | 国内データ (29 ケ年) | 国内データ (29 ケ年) |
| | CCF | NUREG-1150 | NUREG-1150 | NUREG-1150 | CCF 2010 | CCF 2015 | CCF 2015 |
| | 緩和策 | AM なし | AM あり | AM あり | SA 対策なし | SA 対策なし | SA 対策あり |
| | 人的過誤 従属性 | なし | なし | なし | トレン間:考慮 シーケンス間:なし | トレン間:完全従属 シーケンス間:考慮 | トレン間:完全従属 シーケンス間:考慮 |
| | TAC コメント | — | — | — | — | 反映 | 反映 |

*1: 平成 4 以前に整備されていたフィードアンドブリード、2 次系強制冷却などの AM 策には期待している。

*2: 設置変更許可申請書における重要事故シーケンス選定のため、シビアアクシデント対策を考慮していない。

第 3.1.3.8-2 表 ①AM 整備後 PSA 報告書(追加 AM 対策整備前)と④設置変更許可申請書の PRA 感度解析結果

| 評価条件 | | ベースケース | ケース1 | ケース2 | ケース3 | ケース4 |
|----------------|--|----------------------|---|--|--|--|
| | | — | ①の起因事象発生頻度を④の値に変更 | ①の AM 策を無効化 | ①の機器故障率を④の値に変更 | ①の CCF パラメータを④の値に変更 |
| ① ④ 間の相違 | 起因事象発生頻度 | 相違あり | 同等 | 相違あり | 相違あり | 相違あり |
| | 緩和策 | 相違あり | 相違あり | 同等 | 相違あり | 相違あり |
| | 故障率 | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 同等 | 相違あり |
| | CCF パラメータ | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 同等 |
| CDF | ①AM 整備後 PSA 報告書 (追加 AM 対策整備前) ^{*1} | 2.4×10^{-7} | 起因事象発生頻度を④の値に変更 2.9×10^{-7} ($\Delta CDF: 4.6 \times 10^{-8}$) | AM 策を無効化 1.8×10^{-4} ($\Delta CDF: 1.8 \times 10^{-4}$) | 米国故障率 ↓ 国内故障率 (国内 21 ケ年データ) 8.2×10^{-8} 程度 ^{*3} ($\Delta CDF: -1.6 \times 10^{-7}$) | NUREG-1150 ↓ CCF parameter estimation 2010 2.1×10^{-7} 程度 ^{*3} ($\Delta CDF: -3.8 \times 10^{-8}$) |
| | ④設置変更許可申請書 ^{*2} (SA 対策なし) | 2.2×10^{-4} | 同左 | 同左 | 同左 | 同左 |

*1: 平成 4 年以前に整備されていたフィードアンドブリード、2 次系強制冷却などの AM 策に期待

*2: 設置変更許可申請書における重要事故シーケンス選定のため、シビアアクシデント対策を考慮せず

*3: 概略値

第 3.1.3.8-3 表 緩和策の比較(①AM 整備後 PSA 報告書(追加 AM 対策整備前)と④設置変更許可申請書)

| PRAで考慮している緩和策 | | ① | ④ |
|--|--------------------------------------|-------------|------------------------|
| | | AM整備後PSA報告書 | 設置変更許可申請書 追加AM対策整備前 |
| | | 追加AM対策整備前 | |
| 設計基準事故対処設備 | 非常用所内電源 | ○ | ○ |
| | 原子炉トリップ(自動) | ○ | ○ |
| | 高圧注入 | ○ | ○ |
| | 高圧再循環 | ○ | ○ |
| | 蓄圧注入 | ○ | ○ |
| | 低圧注入 | ○ | ○ |
| | 低圧再循環 | ○ | ○ |
| | 格納容器スプレイ注入 | ○ | ○ |
| | 格納容器スプレイ再循環 | ○ | ○ |
| | 2次系冷却 | ○ | ○ |
| | 主蒸気隔離 | ○ | ○ |
| | 破損SG隔離 | ○ | ○ |
| 重大事故等対処設備 | 充てん注入 | ○*1 | ○ |
| | フィードアンドブリード | ○ | × |
| | 1次系注水・減圧(SGTR時、破損SG隔離失敗時、均圧化からRHR運転) | ○ | × |
| | ATWS時のターピントリップ | ○ | × |
| | 原子炉圧力上昇の抑制 | ○ | × |
| | 緊急ほう酸注入 | ○ | × |
| | 手動原子炉トリップ | ○ | × |
| | 2次系強制冷却による低圧注入、低圧再循環 | ○ | × |
| | 代替再循環(代替再循環ポンプ) | × | × |
| | 代替再循環(タイライン方式) | × | × |
| | 格納容器内自然対流冷却(CCW) | × | × |
| | クールダウン＆リサーチュレーション | × | × |
| 多様性拡張設備 | 号機間電源融通 | × | × |
| | RHR隔離 | × | × |
| | 大容量空冷式発電機 | × | × |
| | 常設電動注入ポンプ | × | × |
| | 移動式大容量ポンプ車 | × | × |
| | 高圧再循環(海水) | × | × |
| | 格納容器内自然対流冷却(海水) | × | × |
| | ATWS緩和設備 | × | × |
| | 水源補給による注入継続 | ○ | × |
| | 代替給水(主給水系) | ○ | × |
| | 代替制御用空気供給(所内用空気系) | ○ | × |
| | 緊急2次系冷却の多様化(主給水系:ATWS時) | × | × |
| その他 | ターピンバイパス系の活用 | × | × |
| | 代替補機冷却 | × | × |
| | 代替注入(注入失敗時の充てん系による注入) | ○ | × |
| | CCWの復旧 | ○ | × |
| | 主給水の回復(主給水喪失時) | ○ | × |
| | 電源復旧(DGの復旧) | ○ | × |
| | 外部電源の復旧 | ○ | × |
| 運転トレイン故障時における待機トレインの手動起動(CCW系、海水系、空調系) | | ○ | ○*2 |
| CCW／海水系の負荷制御(不要負荷切り離し) | | ○ | ○*2 |
| SGTR時の主蒸気逃がし弁再閉止失敗時の元弁の手動閉止 | | ○ | ○*2 |

*1:起因事象「極小LOCA」で期待する緩和手段。高圧注入ポンプと充てん注入ポンプが独立設置であり、「極小LOCA」をスクリーニングアウトするために期待。

*2:バックアップ操作として期待している。

灰色ハッチング箇所:ケース2で無効化する緩和策。

第 3.1.3.8-4 表 ③PSR 報告書と⑥安全性向上評価届出書(SA 対策あり)の PRA 感度解析結果(1/2)

| 評価条件 | | ベースケース | ケース1 | ケース2 | ケース3 | ケース4 |
|-----------------------|--|----------------------|--|---|--|--|
| | | — | ③の起因事象発生頻度を⑥の値に変更 | ケース1 + ③と⑥で人的過誤従属性の評価条件を合わせる ^{*3} | ケース1 + ③と⑥で緩和策を合わせる | ケース1 + ③と⑥で故障率を合わせる |
| ③ ⑥ の 相 違 | 起因事象発生頻度 | 相違あり | 同等 | 同等 | 同等 | 同等 |
| | 人的過誤従属性 | 相違あり | 相違あり | 同等 | 相違あり | 相違あり |
| | 緩和策 | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 同等 | 相違あり |
| | 故障率 | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 同等 |
| | CCF パラメータ | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 相違あり |
| | TAC コメント | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 相違あり |
| CDF | ③PSR 報告書 | 1.0×10^{-7} | 起因事象発生頻度を⑥の値に変更 9.5×10^{-8} ($\Delta CDF: -4.7 \times 10^{-9}$) | 起因事象発生頻度を⑥の値に変更 + トレン問の従属性: なし ↓ ・完全従属 2.2×10^{-7} ($\Delta CDF: 1.2 \times 10^{-7}$) | 起因事象発生頻度を⑥の値に変更 + ③のみの対策を無効化 6.5×10^{-6} ($\Delta CDF: 6.4 \times 10^{-6}$) | 起因事象発生頻度を⑥の値に変更 + 米国故障率 ↓ 国内故障率 (国内 29 ケ年データ) 4.8×10^{-8} 程度 ^{*2} ($\Delta CDF: -5.2 \times 10^{-8}$) |
| | ⑥安全性向上評価届出書 ^{*1} (SA 対策あり) | 2.5×10^{-6} | 同左 | 同一シーケンスにおける人的過誤従属性: ・考慮 ↓ ・なし(完全独立) | ⑥のみの対策を無効化 2.0×10^{-6} ($\Delta CDF: -4.7 \times 10^{-7}$) | ベースケースと同様 4.9×10^{-6} ($\Delta CDF: 2.4 \times 10^{-6}$) |

*1:新規制基準対応にて SA 対策として整備した大容量空冷式発電機等に期待

*2:概略値

*3: 人的過誤従属性を完全従属に、同一シーケンスにおける人的過誤従属性を完全独立に統一

第 3.1.3.8-4 表 ③PSR 報告書と⑥安全性向上評価届出書(SA 対策あり)の PRA 感度解析結果(2/2)

| 評価条件 | | ベースケース | ケース5 — + ③と⑥で CCF パラメータを合わせる | ケース6 — + ③と⑥で TAC コメントの条件を合わせる | ケース7 ケース1+2+3+4+5+6 |
|-----------------------|--|----------------------|--|--|--|
| | | — | ケース1 + ③と⑥で CCF パラメータを合わせる | ケース1 + ③と⑥で TAC コメントの条件を合わせる | ケース1+2+3+4+5+6 |
| ③ ⑥ の 相 違 | 起因事象発生頻度 | 相違あり | 同等 | 同等 | 同等 |
| | 人的過誤従属性 | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 同等 ^{*3} |
| | 緩和策 | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 同等 |
| | 故障率 | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 同等 |
| | CCF パラメータ | 相違あり | 同等 | 相違あり | 同等 |
| | TAC コメント | 相違あり | 相違あり | 同等 | 同等 |
| CDF | ③PSR 報告書 | 1.0×10^{-7} | 起因事象発生頻度を ⑥の値に変更 + NUREG-1150 ↓ CCF parameter estimation 2015 8.6×10^{-8} 程度 ^{*2} ($\Delta CDF: -1.4 \times 10^{-8}$) | 起因事象発生頻度を⑥の値に変更 | ケース 1~6 全てを反映 |
| | ⑥安全性向上評価届出書 ^{*1} (SA 対策あり) | 2.5×10^{-6} | ベースケースと同様 | ⑥で考慮している TAC コメントを無効化 2.3×10^{-6} ($\Delta CDF: -1.9 \times 10^{-7}$) | ケース 2・3・6 全てを反映 2.3×10^{-6} ($\Delta CDF: -1.9 \times 10^{-7}$) |

*1:新規制基準対応にて SA 対策として整備した大容量空冷式発電機等に期待

*2:概略値

*3:人的過誤従属性を完全従属に、同一シーケンスにおける人的過誤従属性を完全独立に統一

第 3.1.3.8-5 表 緩和策の比較(③PSR 報告書と⑥安全性向上評価届出書
(SA 対策あり))

| PRAで考慮している緩和策 | | ③ | ⑥ |
|---------------|--------------------------------------|-----|----------------------|
| | | PSR | 安全性向上評価届出書 SA対策あり |
| 設計基準事故対処設備 | 非常用所内電源 | ○ | ○ |
| | 原子炉トリップ(自動) | ○ | ○ |
| | 高圧注入 | ○ | ○ |
| | 高圧再循環 | ○ | ○ |
| | 蓄圧注入 | ○ | ○ |
| | 低圧注入 | ○ | ○ |
| | 低圧再循環 | ○ | ○ |
| | 格納容器スプレイ注入 | ○ | ○ |
| | 格納容器スプレイ再循環 | ○ | ○ |
| | 2次系冷却 | ○ | ○ |
| 重大事故等対処設備 | 主蒸気隔離 | ○ | ○ |
| | 破損SG隔離 | ○ | ○ |
| | 充てん注入 | ○* | ○ |
| | フィードアンドブリード | ○ | ○ |
| | 1次系注水・減圧(SGTR時、破損SG隔離失敗時、均圧化からRHR運転) | ○ | ○ |
| | ATWS時のターピントリップ | ○ | ○ |
| | 原子炉圧力上昇の抑制 | ○ | ○ |
| | 緊急ほう酸注入 | ○ | ○ |
| | 手動原子炉トリップ | ○ | × |
| | 2次系強制冷却による低圧注入、低圧再循環 | ○ | ○ |
| 多様性拡張設備 | 代替再循環(代替再循環ポンプ) | ○ | × |
| | 代替再循環(タイライン方式) | × | ○ |
| | 格納容器内自然対流冷却(CCW) | ○ | ○ |
| | クールダウン＆リサイキュレーション | ○ | ○ |
| | 号機間電源融通 | ○ | × |
| | RHR隔離 | ○ | ○ |
| | 大容量空冷式発電機 | × | ○ |
| | 常設電動注入ポンプ | × | ○ |
| | 移動式大容量ポンプ車 | × | ○ |
| | 高圧再循環(海水) | × | ○ |
| その他 | 格納容器内自然対流冷却(海水) | × | ○ |
| | ATWS緩和設備 | × | ○ |
| | 2次系水源補給(補助給水への代替水源からの供給) | × | × |
| | 水源補給による注入維続 | ○ | × |
| | 代替給水(主給水系) | ○ | ○ |
| | 代替制御用空気供給(所内用空気系) | ○ | ○ |
| | 緊急2次系冷却の多様化(主給水系:ATWS時) | × | × |
| | ターピンノバイパス系の活用 | ○ | ○ |
| | 代替補機冷却 | ○ | × |
| | 代替注入(注入失敗時の充てん系による注入) | ○ | × |

*:起因事象「極小LOCA」で期待する緩和手段。高圧注入ポンプと充てん注入ポンプが独立設置であり、「極小LOCA」をスクリーニングアウトするために期待。

灰色ハッチング箇所:ケース3, 7で無効化する緩和策。

第 3.1.3.8-6 表 ④設置変更許可申請書と⑤安全性向上評価届出書(SA 対策なし)の PRA 感度解析結果

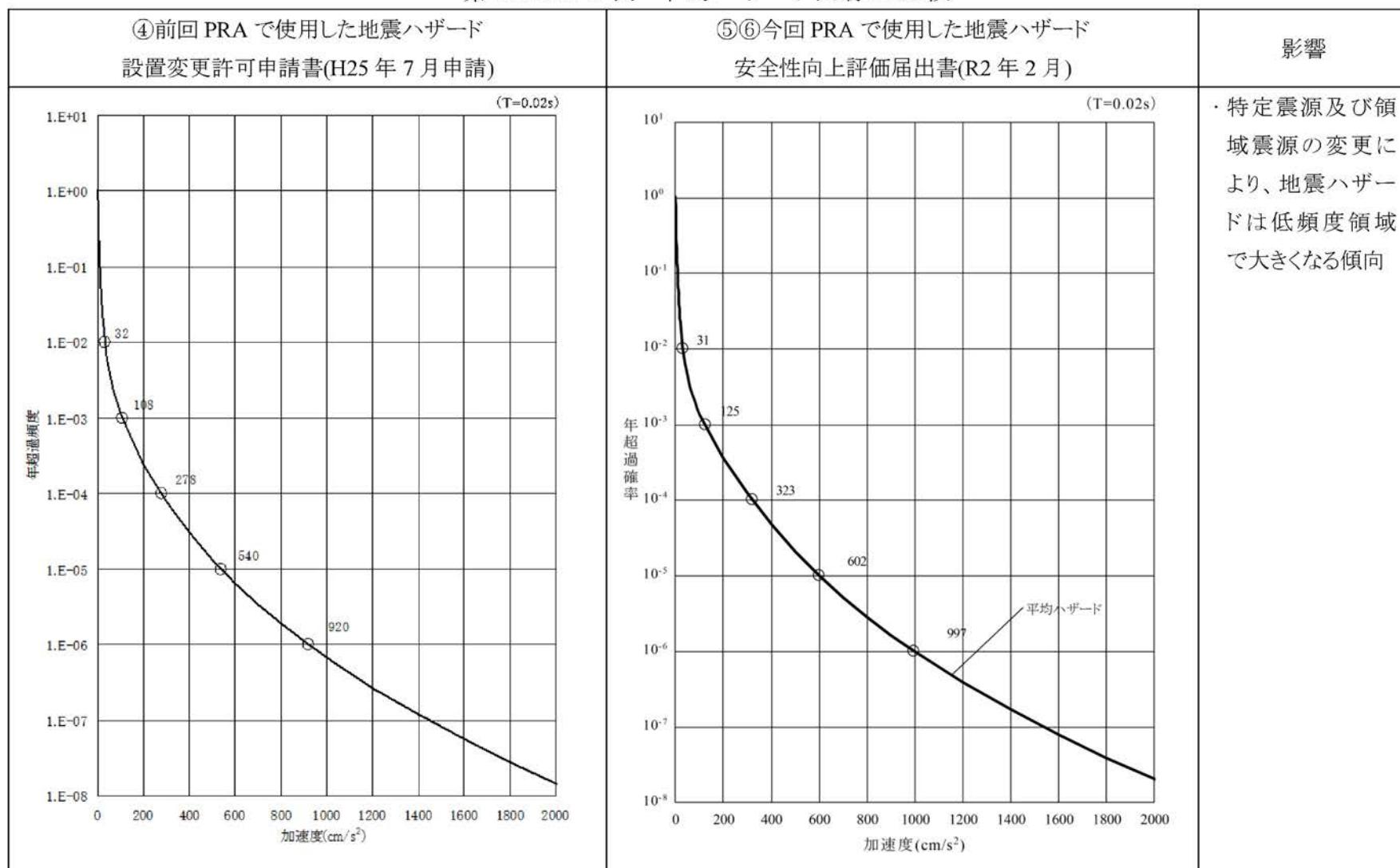
| 評価条件 | | ベースケース | ケース1 | ケース2 | ケース3 |
|---------------|---------------------------------------|----------------------|---|--|--|
| | | — | ④の起因事象発生頻度を ⑤の値に変更 | ④と⑤で人的過誤従属性の 評価条件を合わせる ^{*2} | ④と⑤で TAC コメントの 条件を合わせる |
| ④ ⑤ の相違 | 起因事象発生頻度 | 相違あり | 同等 | 相違あり | 相違あり |
| | 人的過誤従属性 | 相違あり | 相違あり | 同等 ^{*2} | 相違あり |
| | TAC コメント | 相違あり | 相違あり | 相違あり | 同等 |
| CDF | ④設置変更許可申請書 ^{*1} (SA 対策なし) | 2.2×10^{-4} | 起因事象発生頻度を ⑤の値に変更 2.5×10^{-5} (ΔCDF: -2×10^{-4}) | トレン間の従属性: • 2 トレン:高依存 • 3 トレン:完全従属 ↓ • 完全従属 2.2×10^{-4} (ΔCDF: 6.1×10^{-7}) | ベースケースと同様 |
| | ⑤安全性向上評価届出書 (SA 対策なし) | 3.5×10^{-5} | 同左 | 同一シーケンスにおける 人的過誤従属性: • 考慮 ↓ • なし(完全独立) 3.2×10^{-5} (ΔCDF: -2.7×10^{-6}) | ⑤で考慮している TAC コメントを無効化 2.7×10^{-5} (ΔCDF: -7.9×10^{-6}) |

第 3.1.3.8-7 表 地震ハザードの変遷及び変更理由について

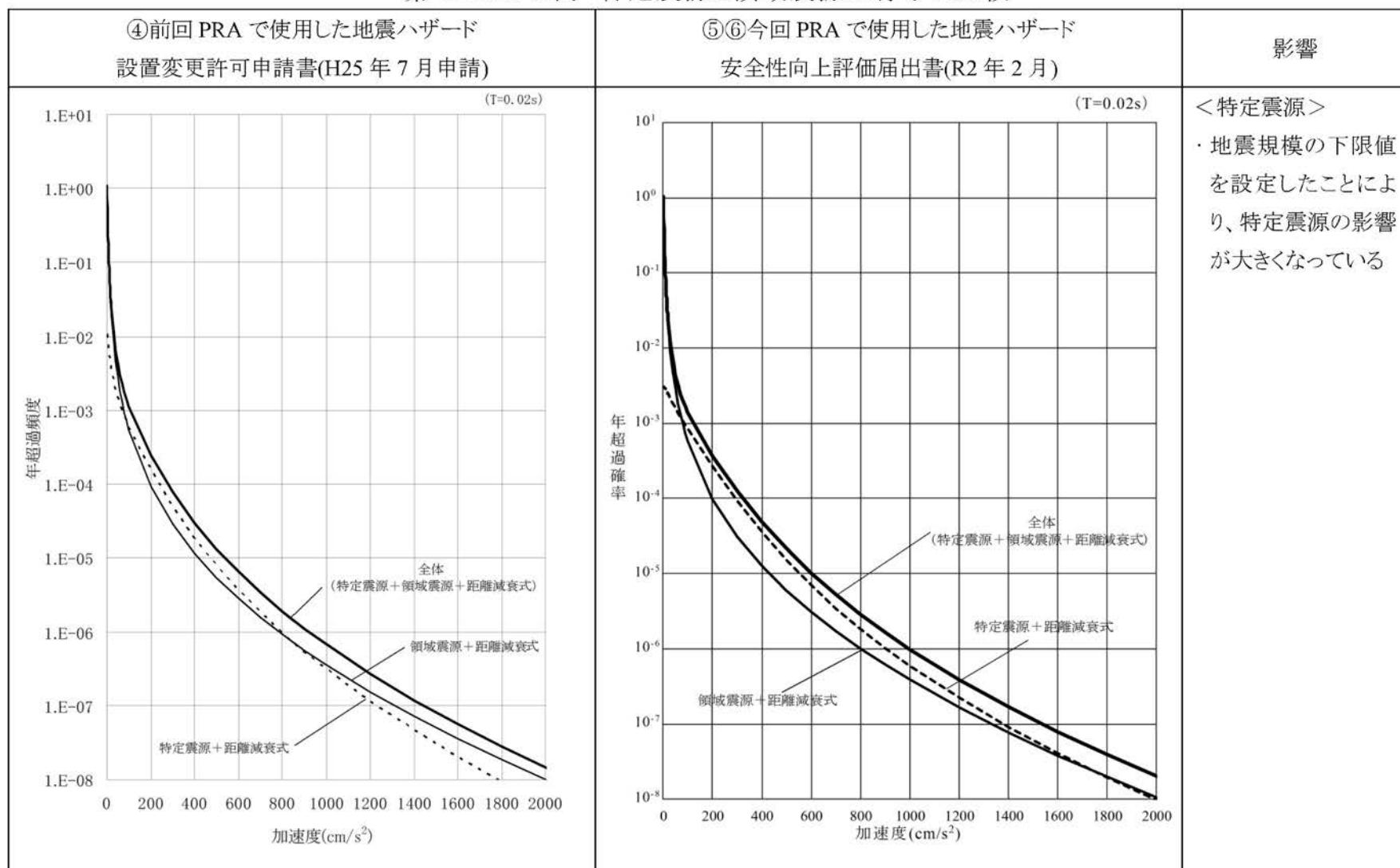
| 項目 | ④前回 PRA で使用した 地震ハザード | 基準地震動の年超過確率を参考する ための地震ハザード | ⑤⑥今回 PRA で使用した 地震ハザード | 変更理由 | |
|--------------------------|----------------------------|---|--|------|----------------------------------|
| ハザード評価時点 | 設置変更許可申請書 (H25 年 7 月申請) | 設置変更許可申請書 (H29 年 1 月補正) | 安全性向上評価届出書 (R2 年 2 月) | | |
| 1. 特定震源 モデルに 基づく評価 | (1)主要活断層 の長さ | 竹木場断層:17km ※基本ケースを記載 | 竹木場断層:17.3km ※基本ケースを記載 | 同左 | ○適合性審査における決定論 評価の反映 |
| | (2)主要活断層 の傾斜角 | 竹木場断層:傾斜 90° ※基本ケースを記載 | 竹木場断層:傾斜 80° ※基本ケースを記載 | 同左 | ○適合性審査における決定論 評価の反映 |
| | (3)主要活断層の 地震規模の 評価 | 竹木場断層、城山南断層: 松田式(1975) | 竹木場断層、城山南断層: 松田式(1975)、武村式(1998)、 入倉・三宅式(2001)と武村式(1990) | 同左 | ○適合性審査における決定論 評価の反映 |
| | (4)その他の活断 層の諸元 | 福智山断層 長さ 16.0km(活動度 B 級) | 福智山断層 長さ 28.0km(活動度 B 級) | 同左 | ○地震調査委員会(2013)の知 見反映(変更事例を記載) |
| | | — | 壱岐北東部断層群 長さ 50.8km(活動度 B 級) | 同左 | ○適合性審査における決定論 評価の反映 |
| | (5)その他の活断 層の地震規模 の評価 | 断層長さによる地震規模 | 断層長さによる地震規模を基本と し、M6.9 を下限値とする ※1 | 同左 | ○適合性審査における決定論 評価の反映 |
| 2. 領域震源 モデルに 基づく評価 | (6)地震発生層 の震源深さ | 領域ごとに分布を設定 | 3~20km の一様分布 | 同左 | ○適合性審査における決定論 評価の反映 |
| | (7)b 値、年発生 頻度 | 計算に使用した気象庁一元化震 源のデータセット:1926 年~2008 年 | 計算に使用した気象庁一元化震源 のデータセット:1926 年~2012 年 | 同左 | ○データセット更新 |
| | (8)最大地震 規模 | 1700 年壱岐・対馬の地震 M7.0 2000 年鳥取県西部地震 M7.3 | 1700 年壱岐・対馬の地震 M7.0 2000 年鳥取県西部地震 M7.3 | 同左 | ○適合性審査における決定論 評価の反映 |

※1) 地表付近の断層長さが短く、震源断層が地表付近の長さ以上に拡がっている可能性も考えられる断層については、安全評価上、震源断層が地震発生層の上限から下限まで拡がっているものとして、断層幅と同じ長さを持つ震源断層(長さ 17km)を設定。

第 3.1.3.8-8 表 平均ハザード曲線の比較



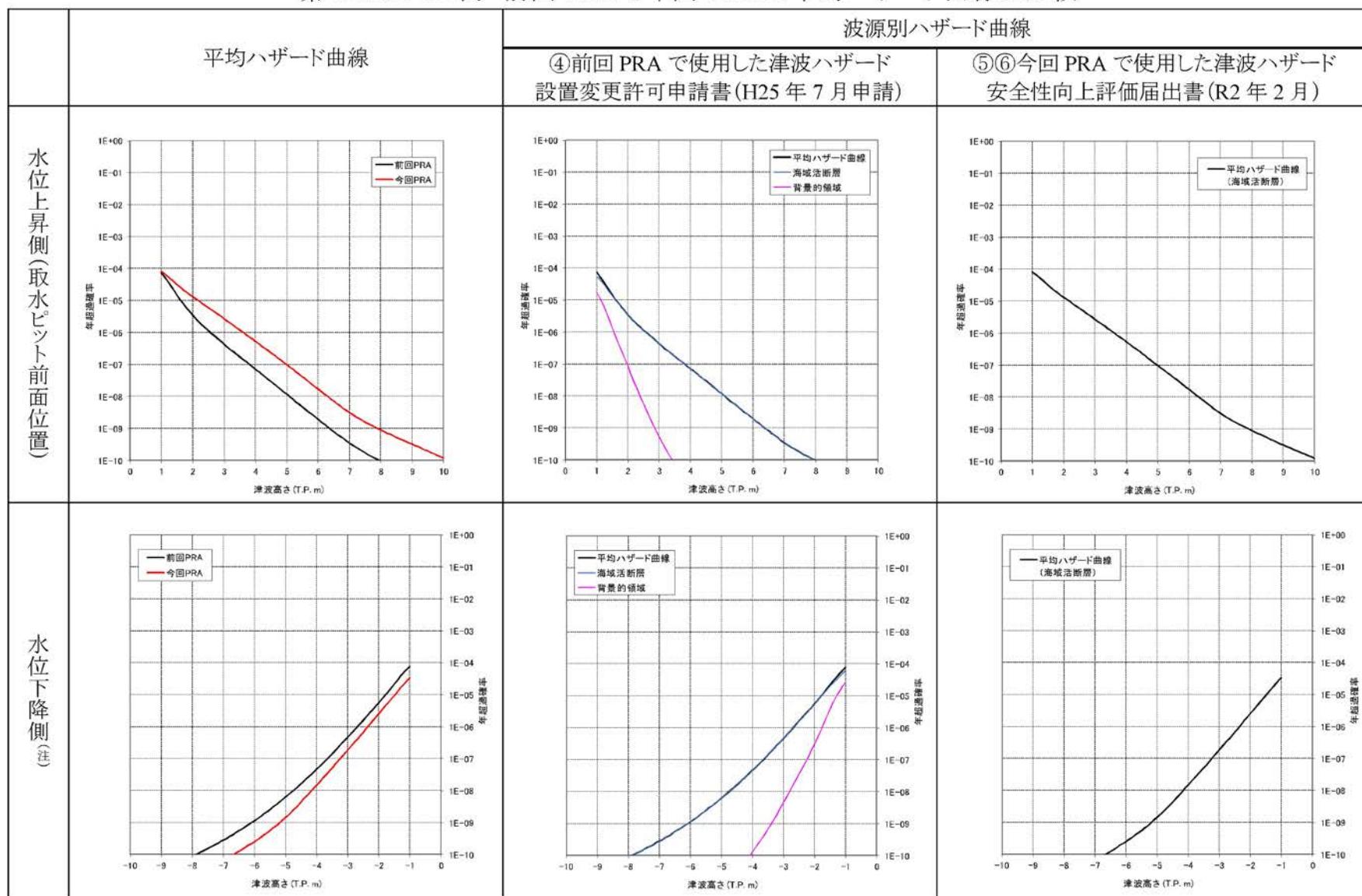
第 3.1.3.8-9 表 特定震源と領域震源の寄与の比較



第 3.1.3.8-10 表 津波ハザードの変遷及び変更理由について

| 項目 | | ④前回 PRA で使用した 津波ハザード | 基準津波の年超過確率を参考するため の津波ハザード | ⑤⑥今回 PRA で使用 した津波ハザード | 変更理由 |
|------------|----------------------|---|--|--------------------------|------------------------|
| ハザード評価時点 | | 設置変更許可申請書 (H25 年 7 月申請) | 設置変更許可申請書 (H29 年 1 月補正) | 安全性向上評価届出書 (R2 年 2 月) | |
| 1. 対象波源 | 海域活断層による 地殻内地震 | 沖ノ島東方沖断層、福岡県西方沖 断層群、糸島半島沖断層群、対馬南 方沖断層群、対馬南西沖断層群、宇 久島北西沖断層群、西山断層帶 【計 7 断層】 | 警固断層帶、壱岐北東部断層群、西 山断層帶、対馬南西沖断層群と宇 久島北西沖断層群の連動 【計 4 断層】 | 同左 | ○適合性審査における決 定論評価の反映 |
| | 背景的領域 | 萩原マップ、新垣見マップ | (考慮していない) | 同左 | ○寄与度は低いと判断 |
| 2. ロジックツリー | 断層長さ | (西山断層帶) 37.6km、80.6km、111.1km の 3 パタ ーン | (西山断層帶) 136.9km | 同左 | ○適合性審査における決 定論評価の反映 |
| | 傾斜角 | (西山断層帶) 67.5°、90° (西山断層帶以外) 45°、67.5°、90 | 90° | 同左 | ○適合性審査における決 定論評価の反映 |
| | 上縁深さ | (西山断層帶) 0km (西山断層帶以外) 0km、2.5km、5km | 0km、2.5km | 同左 | ○適合性審査における決 定論評価の反映 |
| | すべり角 | (西山断層帶) 0°、22.5°、45° (西山断層帶以外) P 軸(70°～120°)の 3 パターン及び 走向・傾斜角から設定 | 0°、10°、20°、30° | 同左 | ○適合性審査における決 定論評価の反映 |
| | 平均発生間隔 | 0.25m/1000 年(B 級相当) | 1m/1000 年(A 級下限) 0.25m/1000 年(B 級相当) 0.1m/1000 年(C 級上限) | 同左 | ○土木学会(2011)を採用 |
| | マグニチュード 範囲 | Mw±0.2 | 断層長さ L から Mw を設定 | 同左 | ○適合性審査における決 定論評価の反映 |
| | 津波推定値のばら つき κ の重み | $\kappa = 1.25 (0.40)、1.35 (0.35)、1.45$ (0.20)、1.55 (0.05) | $\kappa = 1.25 (0.10)、1.35 (0.30)、1.45$ (0.45)、1.55 (0.15) | 同左 | ○適合性審査における決 定論評価の反映 |
| 3. 計算条件 | 渦動粘性係数 | 10m ² /s | 0m ² /s | 同左 | ○適合性審査における決 定論評価の反映 |

第 3.1.3.8-11 表 前回 PRA と今回 PRA の平均ハザード曲線の比較



(注)水位下降側の評価地点は、前回 PRA と今回 PRA で異なる。(前回 PRA:取水ピット前面位置、今回 PRA:取水口位置)

第 3.1.3.8-12 表 ④前回 PRA と⑤今回 PRA の感度解析結果

| | | ベースケース | ケース 1 | ケース 2 |
|-------|----------------------|----------------------|--|--|
| 評価条件 | | — | ④に⑤と同じ地震ハザードを適用 | ケース1+ ⑤のフラジリティを④と同じ値に変更 |
| 条件の相違 | ・地震ハザード | 相違あり | 同等 | 同等 |
| | ・機器 フラジリティ | 相違あり | 相違あり | 同等 |
| CDF | ④前回 PRA (SA 対策なし) | 1.0×10^{-6} | 1.6×10^{-6} ($\Delta CDF: 6 \times 10^{-7}$) | 1.1×10^{-6} ($\Delta CDF: 6 \times 10^{-7}$) |
| | ⑤今回 PRA (SA 対策なし) | 1.1×10^{-6} | 同左 | 同左 |

第 3.1.3.8-13 表 ④前回 PRA 及び⑤今回 PRA における地震動平均発生頻度

| 加速度区分 | ④前回 PRA | ⑤今回 PRA |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| 区分 1(0.2G～0.4G) | 2.3×10^{-4} | 3.4×10^{-4} |
| 区分 2(0.4G～0.6G) | 2.5×10^{-5} | 4.1×10^{-5} |
| 区分 3(0.6G～0.8G) | 4.9×10^{-6} | 7.9×10^{-6} |
| 区分 4(0.8G～1.0G) | 1.3×10^{-6} | 2.0×10^{-6} |
| 区分 5(1.0G～1.2G) | 4.3×10^{-7} | 6.5×10^{-7} |

第 3.1.3.8-14 表 1 次系建屋の開口部シールの取り扱い

| | 前回 PRA の 1 次系建屋の開口部シール | 今回 PRA (SA 対策なし) の 1 次系建屋の開口部シール |
|------------------|---|--|
| 開口部シール の取り扱い | <ul style="list-style-type: none"> ・開口部シールの損傷を考慮せず ・開口部シールが施工された上限高さ (EL.11.3m)からの 1 次系建屋への浸水を 考慮 | <ul style="list-style-type: none"> ・開口部シールの確率による損傷(フラジリ ティ曲線)を考慮 ・海水管レンチ(EL.6.0m)を経由した開 口部シール(EL.-11.0m)の損傷による 1 次系建屋への浸水を考慮 |
| 1 次系建屋の 浸水口高さ | 11.3m | 6.0m |

第 3.1.3.8-15 表 ④前回 PRA と⑤今回 PRA の感度解析結果

| | | ベースケース | ケース 1 | ケース 2 |
|------|----------------------|-----------------------|----------------------|--|
| 評価条件 | | — | 津波ハザードを② に変更 | ケース 1 に海水ポンプモ ータ下端高さ未満での 1 次系建屋への浸水を考慮 |
| CDF | ④前回 PRA (SA 対策なし) | 1.3×10^{-10} | 1.2×10^{-9} | 3.4×10^{-9} |
| | ⑤今回 PRA (SA 対策なし) | 3.4×10^{-9} | 同左 | 同左 |

第 3.1.3.8-16 表 ④前回 PRA 及び⑤今回 PRA における津波平均発生頻度

| 津波シナリオ区分 | ④前回 PRA | ⑤今回 PRA |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 区分1 (6.0m~7.7m) | 1.8×10^{-9} | 1.6×10^{-8} |
| 区分2 (7.7m~11.3m) | 1.3×10^{-10} | 1.2×10^{-9} |
| 区分3 (11.3m~) | 4.4×10^{-12} | 3.8×10^{-11} |

第 3.1.3.8-17 表 海水ポンプモータ下端高さ未満での 1 次系建屋への浸水による
CDF

| 海水管トレーナー(6.0m)～海水ポンプモータ下端(7.7m)の区分 | |
|------------------------------------|----------------------|
| (A):今回 PRA での津波発生頻度 | 1.6×10^{-8} |
| (B):開口部シールの損傷確率 | 1.4×10^{-1} |
| (A)×(B):1 次系建屋浸水による CDF(／炉年) | 2.2×10^{-9} |