

4.2 津波

4.2.1 評価の概要

(1) 想定津波の影響について

伊方発電所第1号機における想定津波の評価については、敷地前面海域の断層群の地震と想定東南海・南海地震による津波を検討対象として選定し、土木学会「原子力発電所の津波評価技術」（平成14年）を参考に評価している。

評価の結果、敷地前面海域の断層群の地震に伴う津波により最大の水位上昇が生じることとなり、この津波による1号機敷地前面における水位上昇量の最大値は2.66mとなる。満潮時の潮位（T.P.+1.62m（T.P.：東京湾平均海面））を初期水位とした場合、表4.2.1に示すとおり、最高水位はT.P.+4.28mとなる。これに対して、原子炉施設が設置されている敷地高さはT.P.+10mであることから、原子炉施設の安全性に対して問題はない。

（添付資料－4.2.1）

表4.2.1 想定津波における水位

	敷地前面における水位
津波による水位上昇量（最大値）	+2.66m
初期水位とする潮位	T.P.+1.62m
合計	T.P.+4.28m

(2) 今回の評価の概要

上述のとおり、想定津波が襲来したとしても敷地は浸水しないが、今回の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価（一次評価）においては、敷地が浸水し設備が機能喪失する場合を考え、設備が浸水する高さに着目して事象進展を検討し、燃料の重大な損傷に至る浸水の高さを特定する。また、この特定された浸水の高さと上述の想定津波による敷地前面における最高水位との差を裕度として評価する。

本評価においては、想定津波における最高水位や浸水の高さ等について以下の通り定義して評価する。

- 設計津波高さ
想定津波が襲来する場合の敷地前面における最高水位（T.P.+4.28m）

をいう。

- ・ 津波高さ

設計津波高さを超える値であり、ある高さまで敷地が浸水すると仮定して、その浸水高さ（水位）をいう。

- ・ 許容津波高さ

設備の設置場所、設置高さおよび設置場所への浸水口高さから評価され、設備が機能維持できるまでの津波高さをいう。

4.2.2 評価実施事項

津波に対して、以下の(1)～(3)の項目について評価を実施する。

(1) 津波高さが、設計津波高さを超える程度に応じて、安全上重要な建屋、系統、機器（以下、「設備等」という。）および燃料の重大な損傷に関係し得るその他の設備等が損傷・機能喪失するか否かを設計津波高さ等との比較若しくはP S Aの知見等を踏まえて評価する。

(2) (1)の評価結果を踏まえて、発生する起因事象により燃料の重大な損傷に至る事象の過程を同定し、クリフエッジの所在を特定する。また、そのときの津波高さを明らかにする。

(3) 特定されたクリフエッジへの対応を含め、燃料の重大な損傷に至る事象の過程の進展を防止するための措置について、多重防護の観点から、その効果を示す。

4.2.3 評価方法

炉心にある燃料とS F Pにある燃料を対象に、図4. 2. 1のクリフエッジ評価に係るフロー図（津波）に従い、以下の評価を実施する。

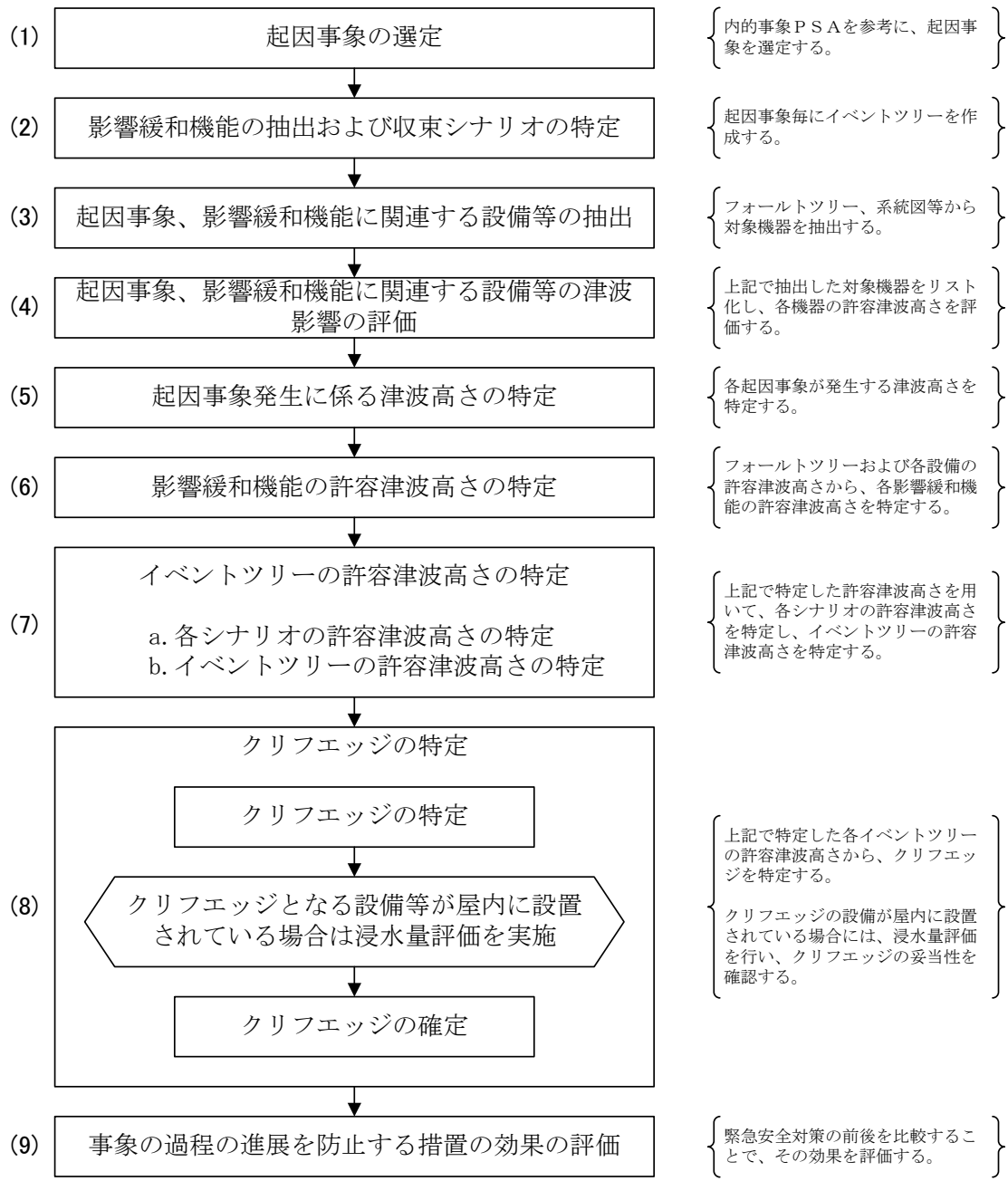


図 4. 2. 1 クリフエッジ評価に係るフロー図（津波）

(1) 起因事象の選定

a. 炉心にある燃料

津波を起因として炉心損傷に至る事象を、これまで実施している内的事象 P S A での起因事象および津波の影響として固有に考慮すべき事象を勘案の上、起因事象として選定する。

b. S F P にある燃料

S F P の燃料の損傷に至る事象として、S F P 冷却系の機能喪失および S F P 保有水の流出を考慮する。

S F P 冷却系の機能喪失の原因として、S F P ポンプ・S F P 冷却器等の故障および S F P 冷却系の運転をサポートする機器の故障を考慮して起因事象を選定する。

S F P 保有水の流出については、その原因として、ピット本体の損傷が考えられるが、津波を起因としてピット本体が破損することは考えにくいと見做し、起因事象としては考慮しない。

(2) 影響緩和機能の抽出および収束シナリオの特定

選定した各起因事象に対して、事象の影響緩和に必要な機能を抽出し、イベントツリーを作成の上、事象の進展を収束させる収束シナリオを特定する。

なお、炉心にある燃料に対するイベントツリーは、これまでの P S A で用いられている成功基準、事故シーケンス分析の結果に基づき展開された各起因事象に対するイベントツリーを基本にして作成する。

(3) 起因事象、影響緩和機能に関連する設備等の抽出

評価対象とする設備等は、燃料の重大な損傷に係わる耐震 S クラス設備および燃料の重大な損傷に関係し得るその他のクラスの設備等とする。

なお、耐震 S クラスの設備等のうち、原子炉格納容器および原子炉格納容器内に設置されている設備等については、原子炉格納容器は水密化されており、津波によりこれらの設備等が機能喪失することはないので、評価対象外とする。一方で、S F P 冷却系の設備等については、その他のクラスではあるが、S F P の燃料の損傷に至る事象に関連することから、評価対象とする。
(添付資料－ 4. 2. 2)

具体的には、(1) 項にて選定した各起因事象に直接関連する設備等に加え、影響緩和機能に関連する設備等（フロントライン系に必要な設備等およびサポート系に必要な設備等）について、各起因事象を収束させるのに必要

なものを対象として抽出する。

なお、影響緩和機能に関する設備等については、各影響緩和機能についてフォールトツリーを作成し抽出する。

(4) 起回事象、影響緩和機能に関連する設備等の津波影響の評価

(3)項で抽出した各設備等について、津波に対する損傷モード（水位上昇による浸水、水位低下による取水性への影響等）を考慮の上、当該設備が機能維持できる津波高さ（許容津波高さ）を設備の設置場所、設置高さおよび浸水口高さから評価する。

評価にあたっては、緊急安全対策等でこれまでに実施した扉・建屋貫通部のシール施工等の効果や建屋・機器の水密構造、耐水構造などの効果を必要に応じ考慮する。

なお、伊方発電所第1号機では、緊急安全対策等において全交流電源喪失時等に使用される機器（タービン動補助給水ポンプ、蓄電池、安全系遮断器）に対し、T.P.+13.8mまでの範囲について上記シール施工等の浸水対策を実施するとともに、一部の扉等については水密扉化完了までの間、浸水対策の実効性を高めるため、鋼板等により封鎖している。

(5) 起回事象発生に係る津波高さの特定

(1)項において選定した各起回事象について、(4)項で求めた各設備等の許容津波高さの評価結果を用いて、どの程度の津波高さでどのような起回事象が発生するかを特定する。

(6) 影響緩和機能の許容津波高さの特定

(5)項で求めた各起回事象発生に係る津波高さが小さい起回事象から順に、(4)項で求めた各設備等の許容津波高さを使用し、当該起回事象を起点とするイベントツリーの収束シナリオに含まれる影響緩和機能の許容津波高さを特定する。

具体的には、各影響緩和機能のフォールトツリーおよび各設備等の許容津波高さから、各影響緩和機能の許容津波高さを特定する。

(7) イベントツリーの許容津波高さの特定

a. (6)項で求めた各収束シナリオの影響緩和機能の許容津波高さから、各収束シナリオの許容津波高さを特定する。

許容津波高さは、収束シナリオに必要な各影響緩和機能の許容津波高

さのうち、最も小さいものとする。

- b. 収束シナリオの許容津波高さから、当該起因事象を起点とするイベントツリーの許容津波高さ（以下、「イベントツリーの許容津波高さ」という。）を特定する。

当該イベントツリーの許容津波高さは、収束シナリオが複数ある場合には、各シナリオの許容津波高さのうち、最も大きいものとする。

(8) クリフエッジの特定

起因事象発生に係る津波高さが小さいイベントツリーから順に、起因事象発生に係る津波高さと(7)項で求めたイベントツリーの許容津波高さを比較することにより、クリフエッジを特定する。

イベントツリーの許容津波高さが、当該起因事象発生に係る津波高さ未満になる場合には、当該イベントツリーの許容津波高さがクリフエッジとなる。

また、クリフエッジとなる許容津波高さで影響を受ける設備等が屋内に設置されている場合は、津波の襲来方向や建屋レイアウト等を踏まえて、当該設備の設置区画への扉からの浸水量等を詳細に評価することで、クリフエッジとして特定した津波高さの妥当性を確認する。

具体的には以下のとおり評価する。

- ① 当該設備等の許容津波高さにおいて、当該設備の設置区画の扉が区画外部から浸水を受ける時間（浸水継続時間）を算出する。
- ② ①で求めた浸水継続時間および扉の仕様をもとに、設置区画への浸水量を算出する。
- ③ ②で求めた浸水量および設置区画の面積から、当該設置区画の浸水高さを算出し、当該設備等の機能への影響を確認する。
- ④ なお、緊急安全対策等で実施した扉や建屋貫通部のシール施工等の範囲を超える津波高さに対しては、海水が建屋内に浸入し、主要な機器を機能喪失させるとの保守的な仮定のもと、上記施工範囲を津波高さの上限とする。

(9) 事象の過程の進展を防止する措置の効果の評価

特定されたクリフェッジへの対応を含め、燃料の重大な損傷に至る事象の過程の進展を防止する措置の効果について、多重防護の観点から評価する。

4.2.4 評価条件

2.3 項の評価の進め方に示した最も厳しいプラント状態を評価条件とし、評価にあたっては、以下の事項を考慮する。

- (1) 原子炉およびSFPが同時に影響を受けるものと想定する。また、防護措置の評価にあたっては、合理的な想定により機能回復を期待できる場合を除き、一度失った機能は回復しない、プラント外部からの支援は受けられない等、厳しい状況を仮定する。
- (2) 複数号機間の相互作用の可能性の考慮として、1, 2, 3号機が同時に津波の影響を受ける状況を仮定する。
- (3) 津波の影響評価においては、設備等の水没による機能喪失に加え、各設備等の設置状況により、波力により損傷することも考慮する。

4.2.5 炉心にある燃料に対する評価結果

(1) 起回事象の選定結果

a. 内の事象PSA等を考慮した起回事象の検討

安全評価審査指針での想定事象等に基づき、定期安全レビューやアクシデントマネジメント整備有効性評価等でこれまで評価を実施している内の事象PSAにおける起回事象をベースに検討した。

その結果、津波を起因として炉心損傷に至る起回事象として、図4.2.2により、「主給水喪失」、「外部電源喪失」、「過渡事象」、「補機冷却水の喪失」および「炉心損傷直結」の5事象を選定した。

津波を起因とした炉心損傷に至る起因事象

安全評価書指針での想定事象
 図4. 2. 2 津波を起因とした炉心損傷に至る起因事象

図4. 2. 2 津波を起因とした炉心損傷に至る起因事象

図4. 2. 2 津波を起因とした炉心損傷に至る起因事象

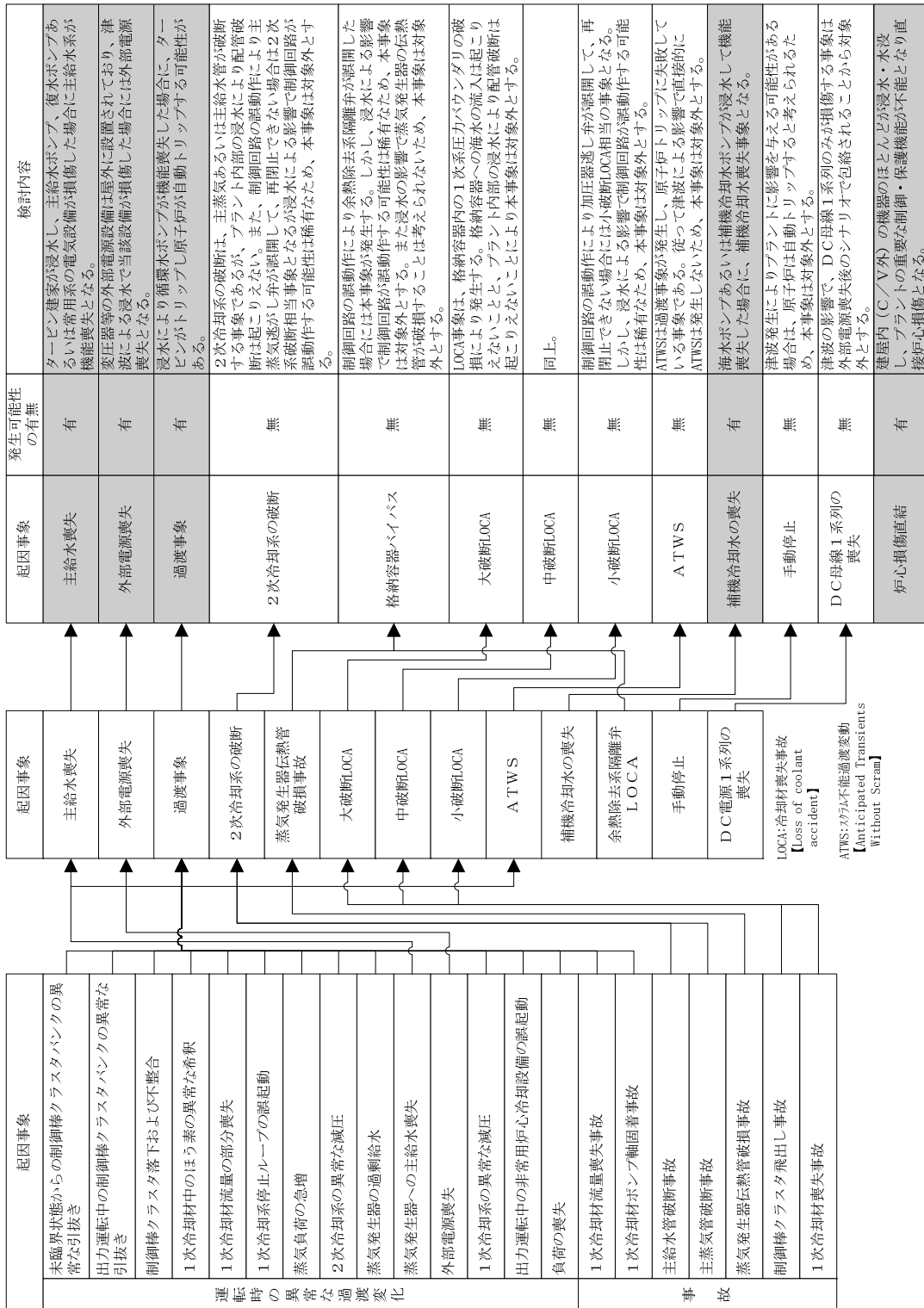


図4. 2. 2 津波を起因とした炉心損傷に至る起因事象

b. 津波影響を検討する上で固有に考慮すべき起因事象の検討

津波固有のプラントへの影響としては、送電系統への影響や海水取水設備への影響などを考慮する必要があるが、起因事象としては、それぞれ「外部電源喪失」と「補機冷却水の喪失」（以下、「CCW喪失」という。）に包絡することができる。

以上のことから、以下の5事象を、津波の影響により発生を考慮すべき事象として選定した。

- ・ 主給水喪失
- ・ 外部電源喪失
- ・ 過渡事象
- ・ CCW喪失
- ・ 炉心損傷直結

(2) 影響緩和機能の抽出および収束シナリオの特定結果

上記の各起因事象について、事象の影響緩和に必要な機能を抽出してイベントツリーを作成し、収束シナリオを特定した。

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

なお、「炉心損傷直結」については、影響緩和機能に期待せず、炉心損傷に至るとみなすことから、イベントツリーは作成していない。

(添付資料－4. 2. 3)

(3) 起因事象、影響緩和機能に関連する設備等の抽出結果

起因事象および影響緩和機能（フロントライン系およびサポート系）に関連する設備等を抽出した。影響緩和機能については、フォールトツリーを作成し、関連する設備を抽出した。

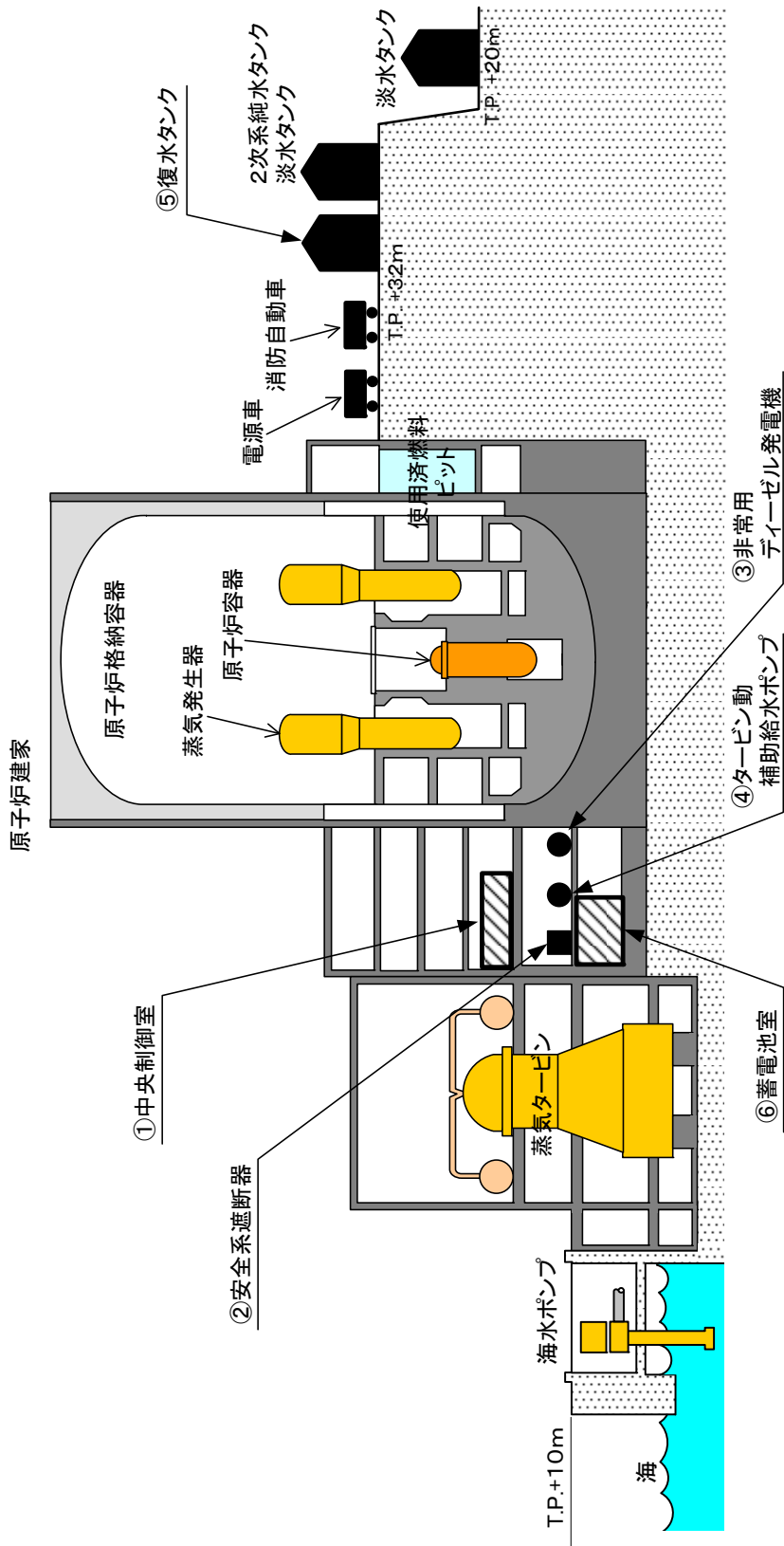
(添付資料－4. 2. 4)

(添付資料－4. 2. 5)

(4) 起因事象、影響緩和機能に関連する設備等の津波影響の評価結果

(3)項にて抽出した設備等の設置場所、設置高さ、損傷モードおよび浸水経路高さから、許容津波高さを評価した。(図4. 2. 3参照)

(添付資料－4. 2. 6)



伊方1号機	①中央制御室 T. P. +17.2m	②安全系遮断器 T. P. +10.2m	③非常用ディーゼル 発電機 T. P. +10.2m	④タービン動 補助給水ポンプ T. P. +10.2m	⑤復水タンク T. P. +32.2m	⑥蓄電池室 T. P. +4.2m		

図 4. 2. 3 主要機器設置レベル概念図 (伊方発電所第1号機)

(5) 起因事象発生に係る津波高さの特定結果

各起因事象について、各設備等の許容津波高さの評価結果を用いて、どの津波高さでどの起因事象が発生するか、表4.2.2および表4.2.3のとおり特定した。

表4.2.2 各起因事象の発生に係る設備の許容津波高さ

起因事象	対象設備 (代表機器)	設置場所 (屋内/屋外)	許容津波高さ (m)	備考
外部電源喪失	起動変圧器	屋外	T.P.+10.2	設置レベル
主給水喪失	復水ポンプ	屋内	T.P.+10.2	浸水経路レベル
CCW喪失	海水ポンプ	屋外	T.P.+10.2	浸水経路レベル
過渡事象	循環水ポンプ	屋外	T.P.+7.5	設置レベル

表4.2.3 津波高さと起因事象

津波高さ (m)	発生する起因事象	備考
~T.P.+7.5	—	—
T.P.+7.5~+10.2	過渡事象	—
T.P.+10.2~+13.8	過渡事象 CCW喪失 主給水喪失 外部電源喪失	—
T.P.+13.8~	炉心損傷直結 (過渡事象) (CCW喪失) (主給水喪失) (外部電源喪失)	建屋内(C/V外)の機器のほとんどが浸水・水没するため、プラントの重要な制御・保護機能が不能となり炉心損傷直結となる。

起因事象としては、

- ・ まず、津波高さがT.P.+7.5mを超えると、循環水ポンプの機能喪失による「過渡事象」が発生する。
- ・ 次に、津波高さがT.P.+10.2mを超えると、海水ポンプの機能喪失に

よる「CCW喪失」、復水ポンプの機能喪失による「主給水喪失」、起動変圧器の機能喪失による「外部電源喪失」が発生する。

- ・ さらに、T.P. +13.8m を超えると、「炉心損傷直結」となる。

以上より、津波により発生を考慮すべき起因事象のイベントツリーとしては、以下の2つとなる。

- ①過渡事象 (T.P. +7.5m~+10.2m)
- ②過渡事象 + CCW喪失 + 主給水喪失 + 外部電源喪失 (T.P. +10.2m~)
(添付資料-4.2.7)

一方、想定津波を超える引き津波を想定した場合、循環水ポンプおよび海水ポンプの水源が喪失し、これらが損傷する可能性が考えられる。これに対し、運転マニュアルとして、「海水ポンプ取水ピット水位低」警報発信時には、海水ポンプ(全4台のうち、2台運転、2台待機(外部電源喪失時))のうち、待機ポンプのスイッチを「切引」として自動起動を防止し、待機する手順が定められており、これによりプラントの安全性は確保できる。

なお、この操作に失敗した場合を想定したとしても、循環水ポンプおよび海水ポンプの機能喪失のみが発生することを考慮すればよいことから、評価は、以下の通り、寄せ津波による評価に包絡される。

- ・ 引き津波 + 寄せ津波(津波高さ T.P. +10.2m 以下)の場合
最終ヒートシンク喪失のみが発生することから、本評価における上述の「①過渡事象 (T.P. +7.5m~+10.2m)」および後述する「4.5 最終的な熱の逃し場(最終ヒートシンク)の喪失」の評価で包絡される。
- ・ 引き津波 + 寄せ津波(津波高さ T.P. +10.2m 超)の場合
最終ヒートシンク喪失に加え、主給水喪失や外部電源喪失が発生することから、本評価における上述の「②過渡事象 + CCW喪失 + 主給水喪失 + 外部電源喪失 (T.P. +10.2m~)」に包絡される。

(6) 影響緩和機能の許容津波高さの特定結果

(5)項で特定した

- ①過渡事象 (T.P. +7.5m~+10.2m)
- ②過渡事象 + CCW喪失 + 主給水喪失 + 外部電源喪失 (T.P. +10.2m~)

のイベントツリーに係る各影響緩和機能について、フォールトツリーおよび(4)項で求めた各設備等の許容津波高さから、各影響緩和機能の許容津波高さを評価した。
(添付資料-4.2.8)

(7) イベントツリーの許容津波高さの特定結果

(6) 項で特定した影響緩和機能の許容津波高さから、各収束シナリオの許容津波高さを特定した後、イベントツリーの許容津波高さを特定した結果、以下の通りとなった。(添付資料－4. 2. 9)

a. 過渡事象 (T.P. +7.5m～+10.2m) について

- ・ 収束シナリオ①および② (成功パス①および②)

起因事象は、循環水ポンプの機能喪失により、タービンが停止し、原子炉の運転に影響するというものであり、運転中のタービンの故障による過渡事象は、設計上想定している事象であり、原子炉は停止した後、安定的に冷却され、燃料の重大な損傷に至る事態は回避される。

(収束シナリオの許容津波高さ：T.P. +10.2m)

以上から、本事象については、イベントツリーの許容津波高さは T.P. +10.2m であると特定された。

b. 過渡事象＋CCW喪失＋主給水喪失＋外部電源喪失 (T.P. +10.2m～) について

- ・ 収束シナリオ① (成功パス①)

起因事象発生の後、原子炉の停止に成功するが、非常用所内電源が機能喪失し全交流電源喪失となる。この場合、タービン動補助給水ポンプによる S/G への給水、現場での手動操作による主蒸気逃がし弁の開放を行うことにより、2次系冷却が行われる。また、蓄圧タンクのほう酸水を注入し未臨界性を確保するとともに、蓄電池の枯渇までに電源車による給電を行うことにより、プラント監視機能等に必要な電源を確保する。その後、中央制御室からの操作により蓄圧タンク出口弁を閉止する。

なお、タービン動補助給水ポンプによる S/G への給水については、復水タンクの枯渇までに2次系純水タンク、淡水タンク、海水の順に復水タンクへ補給を行うことにより、2次系冷却を維持する。

このシナリオでは、未臨界性が維持された上で継続的な2次系冷却が行われることとなり、燃料の重大な損傷に至る事態は回避される。(収束シナリオの許容津波高さ：T.P. +13.8m)

以上から、本事象については、イベントツリーの許容津波高さは T.P. +13.8m であると特定された。

(8) クリフエッジの特定結果

a. 過渡事象 (T.P. +7.5m～+10.2m) について

イベントツリーの許容津波高さ T. P. +10. 2m は、本事象発生に係る津波高さ以上であることから、本事象の進展過程においてクリフエッジは存在しない。

b. 過渡事象 + C C W 喪失 + 主給水喪失 + 外部電源喪失 (T. P. +10. 2m ~) について

イベントツリーの許容津波高さ T. P. +13. 8m は、本事象発生に係る津波高さの範囲にあること、また T. P. +13. 8m を超えると「炉心損傷直結」に至ることから、津波高さ T. P. +13. 8m がクリフエッジとなる。

以上のことから、津波に対して、炉心にある燃料に対する重大な損傷を防止する観点では、津波高さ T. P. +13. 8m がクリフエッジであると特定された。

上記クリフエッジとなる津波高さ T. P. +13. 8m を決定している影響緩和機能を構成する設備等は、タービン動補助給水ポンプ等である。

これらの設備等については、原子炉補助建家の T. P. +13. 8m より低い区画に設置されていることから、当該区画について、区画の扉からの浸水量等を算出し、浸水による設備等への影響について評価した。

その結果、許容津波高さ以下では、浸水による設備等への影響はないことから、クリフエッジとしての津波高さは T. P. +13. 8m であることが確認された。 (添付資料-4. 2. 10)

よって、炉心にある燃料に対する重大な損傷を防止する観点では津波に係るクリフエッジが存在し、その津波高さは T. P. +13. 8m であり、設計津波高さ T. P. +4. 28m に対する裕度は、約+9. 5m であると評価される。

(9) 事象の過程の進展を防止する措置の効果の評価結果

前項までの検討において、津波に係るクリフエッジを特定した。この結果は、3章で示した福島第一原子力発電所事故を踏まえて整備を行った緊急安全対策実施後の状態に対して評価を行ったものである。

ここでは、クリフエッジへの対応、事象の過程の進展を防止するための措置ともなる緊急安全対策のクリフエッジへの効果について検討する。

a. 緊急安全対策実施前におけるクリフエッジについて

緊急安全対策のクリフエッジへの効果を検討するために、緊急安全対策を考慮しないイベントツリーを作成した。(添付資料-4. 2. 11)

このイベントツリーから、緊急安全対策実施前においては、「過渡事象

+CCW喪失+主給水喪失+外部電源喪失 (T.P.+10.2m〜)」において、クリフエッジが存在し、海水ポンプ等が機能喪失する津波高さ T.P.+10.2m がクリフエッジとなる。

b. 緊急安全対策のクリフエッジへの効果

緊急安全対策実施前後におけるイベントツリーの比較により、

- ・ 緊急安全対策で電源車等を配備し、プラント監視上必要な計器類等の電源を確保したことにより、タービン動補助給水ポンプにより S/G に給水して冷却する収束シナリオが成立する
- ・ 緊急安全対策において、タービン動補助給水ポンプ、蓄電池等の S/G の除熱に必要な安全上重要な機器が設置されているエリアの扉や壁貫通部にシール施工等を実施したことにより、タービン動補助給水ポンプ等の許容津波高さが T.P.+10.2m から T.P.+13.8m となった
- ・ この結果、クリフエッジとなる津波高さが T.P.+10.2m から T.P.+13.8m に改善した

といった緊急安全対策による効果が確認できた。

4.2.6 SFPにある燃料に対する評価結果

(1) 起回事象の選定結果

a. 内的事象PSA等を考慮した起回事象の検討

SFPにある燃料の重大な損傷に至る事象の起回事象としては、燃料の冷却性の喪失が考えられることから、内的事象PSAにおける起回事象をベースに検討した結果、津波を起因としてSFPにある燃料の重大な損傷に至る起回事象として、「外部電源喪失」、「CCW喪失」の2事象を選定した。

b. 津波影響を検討する上で固有に考慮すべき起回事象の検討

津波固有の燃料の冷却性への影響としては、SFPポンプへの浸水・故障によりSFPの冷却機能が喪失することが考えられる。

以上のことから、以下の3事象を、津波の影響により発生を考慮すべき事象として選定した。

- ・ 外部電源喪失
- ・ CCW喪失
- ・ SFP冷却機能喪失 (ポンプの故障)

(2) 影響緩和機能の抽出および収束シナリオの特定結果

上記の各起因事象の影響緩和に必要な機能を抽出し、イベントツリーを作成し、収束シナリオを特定した。

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

(添付資料－4. 2. 1 2)

(3) 起因事象、影響緩和機能に関連する設備等の抽出結果

起因事象および影響緩和機能（フロントライン系およびサポート系）に関連する設備等を抽出した。影響緩和機能については、フォールトツリーを作成し、関連する設備を抽出した。

(添付資料－4. 2. 1 3)

(添付資料－4. 2. 1 4)

(4) 起因事象、影響緩和機能に関連する設備等の津波影響の評価結果

(3)項にて抽出した設備等の設置場所、設置高さ、損傷モードおよび浸水経路高さから、許容津波高さを評価した。

(添付資料－4. 2. 6)

(5) 起因事象発生に係る許容津波高さの特定結果

各起因事象について、各設備等の許容津波高さの評価結果を用いて、どの津波高さでどの起因事象が発生するか、表4. 2. 4および表4. 2. 5のとおり特定した。

表4. 2. 4 各起因事象の発生に係る設備の許容津波高さ

起因事象	対象設備 (代表機器)	設置場所 (屋内/屋外)	許容津波高さ (m)	備考
外部電源喪失	起動変圧器	屋外	T.P. +10.2	設置レベル
CCW喪失	海水ポンプ	屋外	T.P. +10.2	浸水経路レベル
SFP 冷却機能 喪失	使用済燃料 ピットポンプ	屋内	T.P. +20.9	設置レベル

表 4. 2. 5 津波高さと起因事象

津波高さ (m)	発生する起因事象	備考
～T. P. +10. 2	—	—
T. P. +10. 2～+20. 9	CCW喪失 外部電源喪失 (SFP 冷却機能喪失)	「CCW喪失」および「外部電源喪失」の発生に伴い、使用済燃料ピット冷却器等が使用不可となり、従属的に「SFP 冷却機能喪失」が発生する。
T. P. +20. 9～	CCW喪失 外部電源喪失 SFP 冷却機能喪失	—

起因事象としては、津波高さが T. P. +10. 2m を超えると、海水ポンプの機能喪失による「CCW喪失」、起動変圧器の機能喪失による「外部電源喪失」が発生し、従属的に「SFP 冷却機能喪失」も発生することから、津波により発生を考慮すべき起因事象のイベントツリーとしては、以下の1つとなる。

① CCW喪失+外部電源喪失 (T. P. +10. 2m～)

(添付資料－4. 2. 15)

(6) 影響緩和機能の許容津波高さの特定結果

(5) 項で特定した、① CCW喪失+外部電源喪失 (T. P. +10. 2m～) のイベントツリーに係る各影響緩和機能について、フォールトツリーおよび(4) 項で求めた各設備等の許容津波高さから、各影響緩和機能の許容津波高さを評価した。

(添付資料－4. 2. 16)

(7) イベントツリーの許容津波高さの特定結果

(6) 項で特定した影響緩和機能の許容津波高さから、各収束シナリオの許容津波高さを特定した後、イベントツリーの許容津波高さについて評価した結果、以下の通りとなった。

(添付資料－4. 2. 17)

a. CCW喪失+外部電源喪失 (T. P. +10. 2m～) について

- ・ 収束シナリオ① (成功パス①)

起因事象発生の後、非常用所内電源からの給電ができず全交流電源喪失となる。2次系純水タンクからSFPへの水の補給により、津波高さの影響を受けず、安定、継続的にSFPの冷却が行われ、

燃料の重大な損傷に至る事態は回避される（シナリオの許容津波高さとして特定されるものはない）。

- ・ 収束シナリオ②（成功パス②）

起因事象発生の後、非常用所内電源からの給電ができず全交流電源喪失となる。この場合、緊急安全対策として整備した消防自動車によるSFPへの水の補給手段により、津波高さの影響を受けず、安定、継続的にSFPの冷却が行われ、燃料の重大な損傷に至る事態は回避される（シナリオの許容津波高さとして特定されるものはない）。

以上から、本事象については、津波高さの影響を受けず、燃料の重大な損傷を回避することができることから、イベントツリーの許容津波高さとして特定されるものはない。

(8) クリフェッジの特定結果

(7)項に示したとおり、「CCW喪失+外部電源喪失(T.P.+10.2m〜)」では、2次系純水タンクからSFPへの水の補給または緊急安全対策として整備したSFPへの水の補給手段により、津波高さの影響を受けず、継続的にSFPの冷却が行われ、燃料の重大な損傷に至る事態は回避されることから、クリフェッジとして特定されるものはない。

(9) 事象の過程の進展を防止する措置の効果の評価結果

前項までの検討結果は、3章で示した福島第一原子力発電所事故を踏まえて整備を行った緊急安全対策実施後の状態に対して評価を行ったものである。

ここでは、クリフェッジへの対応、事象の過程の進展を防止するための措置ともなる緊急安全対策のクリフェッジへの効果について検討する。

a. 緊急安全対策実施前におけるクリフェッジについて

緊急安全対策のクリフェッジへの効果を検討するために、緊急安全対策を考慮しないイベントツリーを作成した。

(添付資料-4.2.18)

このイベントツリーから、緊急安全対策実施前においても、2次系純水タンクからSFPへの水補給により、津波の影響を受けず、継続的にSFPの冷却が行われ、燃料の重大な損傷に至る事態は回避されることから、クリフェッジとして特定されるものはない。

b. 緊急安全対策のクリフェッジへの効果

緊急安全対策前後とも燃料の重大な損傷に至る事象は回避されるものの、緊急安全対策で消防自動車等を津波の影響を受けない高台に配備し、淡水タンクまたは海水を水源とする補給手段を確保したことにより、2次系純水タンクからの給水機能が喪失した場合でも、淡水タンク等からSFPに給水して冷却する収束シナリオが成立することとなり、緊急安全対策整備による効果が確認できた。

4.2.7 結論

津波に対するクリフェッジは、炉心にある燃料に対しては、津波高さT.P. +13.8mであると特定された。

また、SFPにある燃料に対しては、2次系純水タンクからSFPへの補給や緊急安全対策として整備したSFPへの水の補給手段により、津波高さの影響を受けず、継続的にSFPの冷却が確保され、燃料の重大な損傷に至る事象は回避される。

よって、プラント全体としての津波に対するクリフェッジは、津波高さT.P. +13.8mであると特定された。

津波については、緊急安全対策として実施した扉等のシール施工等による建屋への浸水防止効果を考慮したものであることから、今後もその効果を維持していくため保守点検を確実に実施するとともに、順次水密扉への取替えを行い、さらに信頼性を高めていくこととしている。

また、今後においても、海水ポンプエリアへの防水対策の強化等、多重防護の観点での対策を充実することとしている。

伊方発電所 1・2号機
津波に対する安全性評価 説明資料

【 目 次 】

1. 評価方針	4-2-25
2. 評価方法	4-2-26
3. 津波の想定および数値シミュレーション	4-2-27
3.1 既往津波の文献調査	4-2-27
3.2 プレート境界付近に想定される地震に伴う津波の検討	4-2-28
3.2.1 対象津波の選定	4-2-28
3.2.2 数値シミュレーションによる津波高さの検討 ..	4-2-28
3.3 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討	4-2-30
3.3.1 数値シミュレーションによる津波高さの検討 ..	4-2-31
3.4 数値シミュレーション結果のまとめ	4-2-33
4. 津波に対する安全性の評価	4-2-34
4.1 津波水位の評価	4-2-34
4.2 津波に対する安全性の評価	4-2-34
4.2.1 津波による水位上昇に対する安全性	4-2-34
4.2.2 津波による水位下降に対する安全性	4-2-34
5. 評価結果	4-2-36
6. 参考文献	4-2-37

【表 目 次】

第 3.1-1(1)表	瀬戸内海沿岸に影響を及ぼしたと考えられる既往 津波高①	4-2-39
第 3.1-1(2)表	瀬戸内海沿岸に影響を及ぼしたと考えられる既往 津波高②	4-2-40
第 3.1-1(3)表	瀬戸内海沿岸に影響を及ぼしたと考えられる既往 津波高③	4-2-41
第 3.2-1 表	数値シミュレーションにおける主な計算条件.	4-2-42
第 3.3-1 表	数値シミュレーションにおける主な計算条件.	4-2-43
第 3.3-2 表	詳細パラメータスタディの各種パラメータ...	4-2-44
第 3.4-1 表	数値シミュレーション結果	4-2-45

【 図 目 次 】

第 2-1 図	評価フロー	4-2-46
第 3.1-1 図	南海道および近地において津波を引き起こした地震の震央位置	4-2-47
第 3.2-1(1) 図	計算領域および水深（領域全域・四国周辺）	4-2-48
第 3.2-1(2) 図	計算領域および水深（敷地周辺）	4-2-49
第 3.2-2(1) 図	計算領域の格子分割（領域全域・四国周辺）	4-2-50
第 3.2-2(2) 図	計算領域の格子分割（敷地周辺）	4-2-51
第 3.2-3 図	1946 年昭和南海地震のモデル諸元（相田モデル）	4-2-52
第 3.2-4 図	1946 年昭和南海地震津波の痕跡高さと計算波高との比較	4-2-53
第 3.2-5 図	1946 年昭和南海地震津波による最大水位変化	4-2-54
第 3.2-6 図	1946 年昭和南海地震津波による初期鉛直変位分布および水位の時系列変化	4-2-55
第 3.2-7(1) 図	中央防災会議 想定東南海・南海地震のモデル諸元	4-2-56
第 3.2-7(2) 図	中央防災会議 想定東南海・南海地震のモデル諸元	4-2-57
第 3.2-8 図	中央防災会議 想定東南海・南海地震津波による最大水位変化	4-2-58
第 3.2-9 図	中央防災会議 想定東南海・南海地震津波による初期鉛直変位分布および水位の時系列変化	4-2-59
第 3.3-1 図	計算領域および水深（領域全域・敷地周辺）	4-2-60
第 3.3-2 図	計算領域の格子分割（領域全域・敷地周辺）	4-2-61
第 3.3-3 図	敷地前面海域の断層群による地震の津波波源の断層モデル（基準断層モデル）	4-2-62
第 3.3-4 図	敷地前面海域の断層群による地震津波の波源の断層モデル（概略パラメータスタディ）	4-2-63
第 3.3-5 図	敷地前面海域の断層群による地震津波の最大水位変化（概略パラメータスタディ）	4-2-64
第 3.3-6 図	敷地前面海域の断層群による地震津波の初期鉛直変位分布および水位の時系列変化（最大水位上昇時：概略	

	パラメータスタディ)	4-2-65
第 3.3-7 図	敷地前面海域の断層群による地震津波の初期鉛直変位 分布および水位の時系列変化 (最大水位下降時: 概略 パラメータスタディ)	4-2-66
第 3.3-8 図	敷地前面海域の断層群による地震津波の最大水位変化 (詳細パラメータスタディ結果)	4-2-67
第 3.3-9 図	敷地前面海域の断層群による地震津波の初期鉛直変位 分布および水位の時系列変化 (最大水位上昇時: 詳細 パラメータスタディ)	4-2-68
第 3.3-10 図	敷地前面海域の断層群による地震津波の初期鉛直変 位分布および水位の時系列変化 (最大水位下降時: 詳 細パラメータスタディ)	4-2-69
第 4.2-1 図	取水設備概要図	4-2-70

1. 評価方針

施設の供用期間中に極めて稀であるが発生する可能性のある津波を想定し、想定した津波による水位変動により原子炉施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。

2. 評価方法

津波の評価においては、文献調査^{(1)～(12)}により抽出した、過去に敷地に影響を及ぼしたと考えられる既往津波を検討対象とすることを基本とする。さらに、敷地周辺において既往津波の記録は存在しないものの、敷地に影響を及ぼすと考えられる海域活断層に想定される津波波源を設定し、これらを対象とした数値シミュレーションを行うことで敷地沿岸における津波水位を算定し、津波水位が原子炉施設へ及ぼす影響を評価する。

評価フローを第 2-1 図に示す。

3. 津波の想定および数値シミュレーション

津波の想定は、文献から敷地周辺における既往津波の状況を調査して行うとともに、海域活断層を考慮して行う。海域活断層から想定した津波の数値シミュレーションは、土木学会（2002）⁽¹⁾を参考に、波源の断層モデルにおいて不確かさが存在する因子を合理的な範囲で変化させてパラメータスタディを実施する。

3.1 既往津波の文献調査

敷地に影響を及ぼしたと考えられる既往津波について、文献調査を行う。

調査の対象とする文献は、渡辺（1985, 1998）⁽²⁾⁽³⁾，宇佐美（2003）⁽⁴⁾，宇津ほか編（2001）⁽⁵⁾，羽鳥（1985, 1988）⁽⁶⁾⁽⁷⁾，村上ほか（1996, 2002）⁽⁸⁾⁽⁹⁾，山本ほか（2001, 2003）⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾，理科年表（2006）⁽¹²⁾および気象庁の発表とする。

文献調査の結果、瀬戸内海地域を震源とする地震による津波記録としては、羽鳥（1985）⁽⁶⁾より 1596 年に別府湾における豊後の地震による記録があるものの、当地震での津波の記録は別府湾沿岸のみに限定されており、敷地周辺において被害があったという記録は見当たらない。

一方、太平洋側では南海トラフ沿いのプレート境界において、過去に概ね 100～150 年間隔で M 8 クラスの巨大地震が繰り返し発生している。これらの地震のうち、羽鳥（1988）⁽⁷⁾，村上ほか（1996, 2002）⁽⁸⁾⁽⁹⁾，山本ほか（2001, 2003）⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾は、1707 年宝永地震津波，1854 年安政南海地震津波および 1946 年昭和南海地震津波を対象として痕跡高さの評価を実施しているが、これら論文においても瀬戸内海沿岸における津波高さは最大で 3 m 程度であるとされており、さらに羽鳥（1988）⁽⁷⁾は論文中で宝永・安政津波の波高は、西低東高の分布であると評価している。

瀬戸内海沿岸に影響を及ぼしたと考えられる 1707 年宝永地震津波，1854 年安政南海地震津波および 1946 年昭和南海地震津波の痕跡高さを第 3.1-1(1) 表～第 3.1-1(3) 表に示し、南海道および近地において津波を引き起こした地震の震央位置を第 3.1-1 図に示す。

3.2 プレート境界付近に想定される地震に伴う津波の検討

数値シミュレーションによる津波高さの検討は、文献調査の結果から対象津波を選定し、再現計算により数値シミュレーションモデルの妥当性の確認を行った上で実施する。

3.2.1 対象津波の選定

既往津波に関する文献調査の結果、プレート境界付近に想定される地震に伴う津波の検討は南海トラフ沿いのプレート境界で発生する地震に伴う津波を対象津波とする。

南海トラフ沿いのプレート境界で過去に発生した地震津波の波源の断層モデルは、相田(1981)⁽¹³⁾に示される1707年宝永地震津波モデル、1854年安政南海地震津波モデル、1946年昭和南海地震津波モデルがある。

しかしながら本検討では、これらの波源の断層モデルは対象津波として選定せず1707年宝永地震津波や1854年安政南海地震津波等の波高を包絡するように設定された「内閣府中央防災会議 東南海、南海地震等に関する専門調査会(2003)」⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾(以下、「中央防災会議」という。)の「想定東南海・南海地震津波」を対象津波として選定する。

3.2.2 数値シミュレーションによる津波高さの検討

(1) 数値シミュレーションの手法

数値シミュレーションにおける主な計算条件を第3.2-1表に示す。

計算格子分割は、海上保安庁による最新の地形図⁽¹⁶⁾等を用いてモデル化した海底地形に基づき、長谷川ほか(1987)⁽¹⁷⁾の基準に従って水深と津波の周期から推定される津波の波長を基に設定する。

数値シミュレーションに用いた計算領域とその水深を第3.2-1(1)図および第3.2-1(2)図に、計算領域の格子分割を第3.2-2(1)図および第3.2-2(2)図に示す。

(2) 再現性の評価方法

計算手法や海底地形等のモデルの妥当性を確認することを目的として再現計算を実施する。再現計算は、地震発生

時の地形および津波痕跡高の信頼性の面から、1946年昭和南海地震津波を対象として実施する。

再現計算として数値シミュレーションに用いる1946年昭和南海地震津波の波源の断層モデルは、相田(1981)⁽¹³⁾に示されているモデルを用いる。波源の断層モデル諸元を第3.2-3図に示す。

数値シミュレーションによる津波の再現性は、第3.1-1(1)表～第3.1-1(3)表に示した津波痕跡高さのうち村上ほか(1996)⁽⁸⁾に示される1946年昭和南海地震による津波高さを用いて評価を実施する。

再現性の評価の指標としては相田(1977)⁽¹⁸⁾による痕跡高と数値シミュレーションにより計算された津波高さとの比から求める幾何平均値Kおよびバラツキを表す指標 κ を用いる。

以下に、幾何平均値Kおよびバラツキを表す指標 κ の算定式を示す。

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i$$

$$\log \kappa = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - (\log K)^2 \right\}^{1/2}$$

$$K_i = \frac{R_i}{H_i}$$

ここに、 R_i は*i*番目の地点の観測値（痕跡高）であり、 H_i は数値シミュレーションにより計算された津波高である。

なお、幾何平均値Kおよびバラツキを表す指標 κ については、土木学会(2002)⁽¹⁾に示されており、「 $0.95 < K < 1.05$, $\kappa < 1.45$ 」が再現性の目安とされている。

(3) 再現性の検討結果

村上ほか(1996)⁽⁸⁾に示される既往津波高と数値シミュレーションによる津波高さの比較を第3.2-4図に示す。

再現性の検討を行った結果、四国地域においては $K = 1.04$, $\kappa = 1.37$ となった。当評価結果のKおよび κ は土木

学会の再現性の目安を満足しており，十分な再現性を確保しているといえる。

(4) 既往津波の予測計算結果

1946年昭和南海地震津波を対象とした再現計算の結果，敷地周辺での最大水位上昇量は約0.1m，取水口での最大水位下降量は約0.1mである。1946年昭和南海地震津波の敷地周辺における最大水位の変化を第3.2-5図に，初期鉛直変位分布および水位の時系列変化を第3.2-6図に示す。

(5) 対象津波の予測計算

再現計算によって計算手法やモデルの妥当性が確認できたことから中央防災会議が設定した「想定東南海・南海地震」の断層モデルを波源に用いた津波シミュレーションを行って敷地周辺における津波予測計算を行う。

主な計算条件を第3.2-1表に示し，中央防災会議が設定した想定東南海・南海地震の波源の断層モデル諸元を第3.2-7(1)図～第3.2-7(2)図に示す。

中央防災会議による想定東南海・南海地震の津波予測計算の結果，敷地周辺における最大水位上昇量は約0.3m，取水口での最大水位下降量は約0.3mである。

中央防災会議による想定東南海・南海地震津波の敷地周辺における最大水位の変化を第3.2-8図に，初期鉛直変位分布および水位の時系列変化を第3.2-9図に示す。

3.3 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討

敷地に最も近い海域活断層は，敷地前面海域の断層群である。当断層群は中央構造線断層帯の一部であり，横ずれの断層である。横ずれ断層は，地震に伴って大きな津波を生じる可能性は低い，仮に横ずれ断層である当断層群のすべり角に，鉛直方向の成分を加味して津波を想定した場合には，敷地との距離から見て当断層群に想定される地震による津波が敷地に影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。

そこで，海域活断層については敷地前面海域の断層群の地震による津波を対象津波として選定する。

3.3.1 数値シミュレーションによる津波高さの検討

(1) 数値シミュレーションの手法

数値シミュレーションにおける主な計算条件を第 3.3-1 表に示す。

計算格子分割は、海上保安庁による最新の地形図⁽¹⁶⁾等を用いてモデル化した海底地形に基づき、長谷川ほか(1987)⁽¹⁷⁾の基準に従って、水深と津波の周期から推定される津波の波長を基に設定する。

数値シミュレーションに用いた計算領域とその水深を第 3.3-1 図に、計算領域の格子分割を第 3.3-2 図に示す。

(2) 波源の基準断層モデルの設定

波源の基準断層モデルは詳細な地質調査結果より設定した地震動評価で用いたモデルを参考に基準断層モデルを設定する。敷地前面海域の断層群による地震の津波波源の基準断層モデルを第 3.3-3 図に示す。

なお、想定するモーメントマグニチュードについては、土木学会(2002)⁽¹⁾を参考に断層長さより設定する。

(3) 概略パラメータスタディ

設定した基準断層モデルの諸条件のうち、不確かさが存在する因子を合理的と考えられる範囲で変化させて第 3.3-4 図に示すようにパラメータスタディを実施する。

敷地前面海域の断層群の断層長さは、地震動評価における不確かさの考慮を参考に 54km を基本とし、断層両側の引張性ジョグの全長を考慮した 69km も設定する。断層傾斜角は、敷地前面海域の断層群が横ずれ・高角断層であることを踏まえて 90° を基本とし、不確かさとして ±10° を考慮する。さらに当断層群が北へ 30° から 40° 傾斜する地質境界断層と一致する可能性も否定できないことから設定した地震動評価における不確かさの考慮を踏まえて、北傾斜 30° および 40° を断層長さ 54km のケースに考慮する。すべり角は、敷地前面海域の断層群が横ずれ断層であることを踏まえて 180° (右横ずれ) を基本とし、不確かさとして ±10° を考慮する。

パラメータスタディを行った結果のうち，1，2号機取水口において，補機冷却海水ポンプの水位上昇側および水位下降側のそれぞれの許容標高に対して最も厳しくなるケースの最大水位変化を第3.3-5図に示す。数値シミュレーションの結果，水位上昇側の最も厳しいケースは断層長さ69km，断層傾斜角北傾斜 80° ，すべり角 170° の場合であり，1，2号機敷地前面における水位上昇量の最大値は1.69mである。水位下降側の最も厳しいケースは，断層長さ69km，断層傾斜角北傾斜 80° ，すべり角 190° の場合であり，1，2号機取水口における水位下降量の最大値は0.75mである。

波源の断層モデルと初期鉛直変位分布および水位の時系列変化を第3.3-6図～第3.3-7図に示す。

(4) 詳細パラメータスタディ

概略パラメータスタディの結果のうち，1，2号機取水口において，補機冷却海水ポンプの水位上昇側および水位下降側のそれぞれの許容標高に対する最も厳しいケースを基本ケースとして詳細パラメータスタディを実施する。

パラメータスタディは断層傾斜角，すべり角ともに基本ケースから $\pm 5^{\circ}$ 変化させて行う。各パラメータを第3.3-2表に示す。

詳細パラメータスタディの結果のうち，1，2号機取水口において，補機冷却海水ポンプの水位上昇側および水位下降側のそれぞれの許容標高に対する最も厳しいケースの最大水位変化を第3.3-8図に示す。

評価の結果，敷地前面海域の断層群の地震による津波で水位上昇側の最も厳しいケースは，断層傾斜角北傾斜 80° ，すべり角 165° の場合であり，1，2号機敷地前面における水位上昇量の最大値は2.66mである。水位下降側の最も厳しいケースは，断層傾斜角北傾斜 80° ，すべり角 195° の場合であり，1，2号機取水口における水位下降量の最大値は1.12mである。

波源の断層モデルと初期鉛直変位分布および水位の時系列変化を第3.3-9図～第3.3-10図に示す。

3.4 数値シミュレーション結果のまとめ

既往津波および海域活断層に想定される地震に伴う津波の数値シミュレーションを実施した。それらの検討結果を第3.4-1表に示す。

これらの結果より、敷地に最も影響を与える津波は敷地前面海域の断層群の地震による津波であることから、当津波の数値シミュレーションによる水位を安全性評価用の津波水位とする。

4. 津波に対する安全性の評価

安全性評価用の津波水位（水位上昇および水位下降）を想定した場合に，原子炉施設の安全性に対して問題がないことを確認する。なお，基準面は東京湾平均海面（T.P.）を用いる。

4.1 津波水位の評価

数値シミュレーションによる津波水位の検討結果から，安全性評価用の津波水位は，敷地前面海域の断層群の地震による津波であり，1，2号機敷地前面における水位上昇量の最大値は2.66mである。安全性評価用の水位は，朔望平均満潮位（T.P.+1.62m⁽²²⁾）を初期水位として設定した場合，1，2号機敷地前面における最高水位はT.P.+4.28mとなる。

また，1号機取水口における水位下降量の最大値は，1.02m，2号機取水口における水位下降量の最大値は，1.12mである。安全性評価用の水位は，朔望平均干潮位（T.P.-1.69m⁽²²⁾）を初期水位として設定した場合，1号機でT.P.-2.71m，2号機でT.P.-2.81mとなる。

4.2 津波に対する安全性の評価

安全性評価用の津波水位に対する原子炉施設の安全性について，数値シミュレーションの結果を考慮して，以下のとおり評価する。

4.2.1 津波による水位上昇に対する安全性

1，2号機敷地前面での最高津波水位はT.P.+4.28mであり，これに対しては，第4.2-1図に示すように原子炉建屋等が設置された敷地高さはT.P.+10mであることから，原子炉施設の安全性に対して問題はない。

4.2.2 津波による水位下降に対する安全性

1号機取水口での最低津波水位はT.P.-2.71m，2号機取水口での最低津波水位はT.P.-2.81mである。これに対して，第4.2-1図に示すように1，2号機取水口の呑口の上端標高はT.P.-15.5mであり，地震による0.21mの地盤上昇を考慮するとその上端標高はT.P.-15.29mとなる。これより安全性評価用の最低水位と比較しても取水口の呑口は十分深く，津波により水

位が下降した場合でも原子炉補機冷却系の海水を取水することが可能である。

5. 評価結果

以上より，津波による水位変動により原子炉施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認した。

6. 参考文献

- (1) 「原子力発電所の津波評価技術」 土木学会原子力土木委員会津波評価部会，2002
- (2) 「日本被害津波総覧」 渡辺偉夫，東京大学出版会，1985
- (3) 「日本被害津波総覧（第2版）」 渡辺偉夫，東京大学出版会，1998
- (4) 「最新版 日本被害地震総覧 416-2001」 宇佐美龍夫，東京大学出版会，2003
- (5) 「地震の事典[第2版]」 宇津徳治ほか編集，朝倉書店，2001
- (6) 「別府湾沿岸における慶長元年（1596年）豊後地震の津波調査」 羽鳥徳太郎，地震研究所彙報，Vol.60，429-438，1985
- (7) 「瀬戸内海・豊後水道沿岸における宝永（1707）・安政（1854）・昭和（1946）南海道津波の挙動」 羽鳥徳太郎，地震2，41，215-221，1988
- (8) 「四国における歴史津波（1605 慶長・1707 宝永・1854 安政）の津波高の再検討」，村上仁士・島田富美男・伊藤禎彦・山本尚明・石塚淳一，自然災害科学，15-1，39-52，1996
- (9) 「四国沿岸域における歴史津波高評価」 村上仁史・島田富美男・山本尚明・上月康則・佐藤広章，月刊 海洋，号外 28，61-72，2002
- (10) 「記録に基づく四国4県の歴史地震津波に関する被害状況」 山本尚明・村上仁史・島田富美男・上月康則・佐藤広章，歴史地震，17，117-126，2001
- (11) 「瀬戸内海の歴史南海地震津波について」 山本尚明，歴史地震，19，153-160，2003
- (12) 「理科年表 平成19年」 国立天文台編，丸善，2006
- (13) 「南海道沖の津波の数値実験」 相田勇，東京大学地震研究所彙報，56，713-730，1981
- (14) 「資料3 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（第16回）東南海、南海地震の強震動と津波の高さ（案）」 内閣府中央防災会議事務局，2003
- (15) 「資料3 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（第16回）東南海、南海地震の強震動と津波の高さ（案）図表集」 内閣府中央防災会議事務局，2003
- (16) 「沿岸の海の基本図 海底地形図，6386-5，伊予灘北東部」 海上保安庁，2000，他

- (17) 「津波の数値実験における格子間隔と時間積分間隔に関する研究」長谷川賢一・鈴木孝夫・稲垣和男・首藤伸夫，土木学会論文集，381，111-120，1987
- (18) 「三陸沖の古い津波のシミュレーション」相田勇，東京大学地震研究所彙報，52，71-10，1977
- (19) 「参考資料2 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」(第16回) 6 津波の計算手法」内閣府中央防災会議事務局，2003
- (20) 「The displacement fields of inclined faults」, Mansinha, L. and Smilie, D.E., Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.61, 5, 1971
- (21) 「GIS を利用した津波遡上計算と被害推定」, 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫，海岸工学論文集，45，356-360，1998
- (22) 「伊方発電所原子炉設置変更許可申請書」, 四国電力株式会社，1984

第 3.1-1(1)表 瀬戸内海沿岸に影響を及ぼしたと考えられる既往津波高①

(単位：m)

県	市町村名	地名	1707年 宝永地震	1854年 安政南海	1946年 昭和南海
愛媛県	西条市	西条	1-2 ^{**}		
	西条市	壬生川	1-2 ^{**}		
	松山市	三津浜		1.5 ^{**}	1.2 ^{**}
	松前町	松前		2 ^{**}	
	伊予市	伊予		2.5 ^{**}	
	愛南町	岩水		3.5-4	
	愛南町	満倉		2-3	
	愛南町	深浦		3-4	
	愛南町	久良		4-5	
	愛南町	貝塚		2-3	
	宇和島市	宇和島	5.1	2-3	1.5
	宇和島市	吉田	5	3.7	1.5
	西予市	三瓶			1.2
	八幡浜市	八幡浜			0.9
	伊方町	伊方			1.2
	伊方町	三崎			1.2
	伊方町	内の浦			0.7
香川県	内海町	内海	2 ^{**}		
	直島町	直島		1 ^{**}	
	高松市	高松	1.8 ^{**}	1.5 ^{**}	0.9
	高松市	庵治	1.8 ^{**}		
	高松市	香西		1.3 ^{**}	
	坂出市	木沢浦		1 ^{**}	
	坂出市	浜西		1.5 ^{**}	
	丸亀市	丸亀	2 ^{**}		
徳島県	鳴門市	撫養		1-2	0.9
	徳島	徳島		1-2	1.4
	小松島市	小松島		1.5-2	2
	阿南市	中島		4-5	
	阿南市	橘	3-4	3	4
	阿南市	椿泊			3.7
	美波町	阿部		5.5	
	美波町	由岐	6-7	7-8	4
	美波町	由岐 長円寺		7.2	
	美波町	由岐 八幡神社		7.7	
	美波町	田井 観音		4.3	
	美波町	田井			2
	美波町	木岐	6-7		4.2
	美波町	木岐 延命寺		6.5	
	美波町	木岐 大師庵		6.7	
美波町	日和佐町		2-3	2.5, 3.6	
牟岐町	牟岐	6-7	6-7	4.5	
徳島県	牟岐町	牟岐 杉尾神社	3.6		
	牟岐町	牟岐 石ヶ平	8		
	牟岐町	出羽島		6	3.6
	牟岐町	牟岐 薬師堂		4.7	

※村上ほか(1996, 2002)⁽⁸⁾⁽⁹⁾の津波高さを基本とし、山本ほか(2001, 2003)⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾の津波高さのデータを追記したもの

第 3.1-1(2)表 瀬戸内海沿岸に影響を及ぼしたと考えられる既往津波高②

(単位：m)

県	市町村名	地名	1707年 宝永地震	1854年 安政南海	1946年 昭和南海	
徳島県	海陽町	浅川	6-7	6.5-7.2	4.7-5.3	
	海陽町	那佐 那佐大師堂		5.5		
	海陽町	那佐			4.2	
	海陽町	鞆浦	3	3.5	2	
	海陽町	穴喰			3.6	
	海陽町	穴喰 願行寺	5.5			
	海陽町	穴喰 鈴ヶ峯桜の本		5.3		
	海陽町	穴喰 穴喰川上流		4.5		
	海陽町	穴喰 八幡		3.6		
	海陽町	穴喰 祇園拝殿		3.2		
	海陽町	穴喰 愛宕山		3.9		
	海陽町	穴喰 古目大師堂		7.9		
	海陽町	穴喰 古目御番所		7.7		
	高知県	東洋町	甲浦	6	3.6	4.3
室戸町		佐喜浜	5		2.9	
室戸町		権名			4.8	
室戸町		津呂			1.9	
室戸町		室津	6-7	3	2	
奈半利町		奈半利			3	
安田町		安田			2.3	
安芸市		伊尾木			3	
安芸市		安芸	6-7	5	3	
香南市		手結	6-7	5	3.3	
香南市		下夜須	9.3			
香南市		岸本	5-6	5	1.5	
香南市		赤岡	4-5	4		
香南市		古川	4-5			
南国氏		十市	7-8			
高知市		仁井田	6-7			
高知市		種崎	5-6		1.7	
高知市		下田	6-7			
高知市		吸江	6-7			
高知市		一宮	7.7			
高知市		潮江	5-6		1.3	
高知市		高知	2-3	3	0.5	
高知市		御豊瀬	5-6		1.3	
高知市		藻州潟		5	2.2	
高知市		浦戸	5-6	4.5-5	1.8	
高知県		高知市	桂浜	5-6	4.5-5	
		春野町	甲殿	5-6	5	4.3-5.1
	土佐市	宇佐	8-13	5.8-8.9	4.6	
	土佐市	福島	7-8	7-8	4	
	須崎市	奥浦	3.1			
	須崎市	野見			5.6	
	須崎市	押岡		7-8		
須崎市	吾井ノ郷	9	7-8			

第 3.1-1(3)表 瀬戸内海沿岸に影響を及ぼしたと考えられる既往
津波高③

(単位：m)

県	市町村名	地名	1707年 宝永地震	1854年 安政南海	1946年 昭和南海
高知県	須崎市	多ノ郷	8.7	7.1-8.4	3.5
	須崎市	須崎	8	5.5	4.4
	須崎市	安和			5.1
	中土佐町	久礼	7.5-8	5.6-8.3	2.3, 3.7
	中土佐町	上ノ加江		5-6	2.5-3.1
	中土佐町	矢井賀		7.8	
	四万十町	興津		6	4.3
	黒潮町	佐賀			4.7
	黒潮町	伊田		5-6	
	黒潮町	上川口			4.9
	黒潮町	鞭		8.5	4.0
	黒潮町	入野	8.6	6-6.5	
	四万十市	下田		4-5	3.9
	土佐清水市	布			2.5
	土佐清水市	下ノ加江	10	7.2	3.7
	土佐清水市	大岐	8.1	4.9-5.3	
	土佐清水市	以布利	10	4.3-4.7	3.1
	土佐清水市	窪津		4.4	
	土佐清水市	大浜	8.6	5	
	土佐清水市	土佐清水	5	4	2.3
	土佐清水市	下益野		4-5	
	土佐清水市	三崎	7	5-6	3
	土佐清水市	下川口	7-8	4-5	3
	土佐清水市	貝ノ川	8	4	
	土佐清水市	大津	7		
	大月町	古満目		4	3.5
	大月町	柏島		3.3	
	宿毛市	片島			1.8
	宿毛市	ハイタカ神社	9.8	3.2	2.5
	宿毛市	清宝寺	4.5-5.5		
	宿毛市	和田の奥	4.1		
	宿毛市	天神社		3	
	宿毛市	河戸堰		3.5-4	

第 3.2-1 表 数値シミュレーションにおける主な計算条件
 (1946 年昭和南海地震津波)
 (中央防災会議 想定東南海・南海地震津波)

項目	計算条件
計算領域	・ 四国南方海域を中心として東西約 1000km, 南北 700km の領域
格子分割サイズ	・ 沖合いでの最大 1600m から 800, 400, 200, 100, 50, 25 と 1/2 ずつ徐々に細かい格子を設定。
計算時間間隔	・ 0.5 秒
基礎方程式	・ 非線形長波(浅水理論)の連続式および運動方程式
初期条件	・ Mansinha and Smylie(1971) ⁽²⁰⁾ の方法により計算
沖側境界条件	・ 自由透過条件。ただし関門海峡は波の主成分が反射すると仮定し陸側境界とした。
陸側境界条件	・ 25m および 50m 格子領域は, 陸上遡上を考慮 ・ 上記以外の領域は, 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小谷(1998) ⁽²¹⁾ の遡上境界条件により海底露出を考慮
海底摩擦係数	・ マニングの粗度係数 $n = 0.025\text{m}^{-1/3}\text{s}$ (中央防災会議(2003) ⁽¹⁹⁾ に準拠)
水平渦動粘性係数	・ $10\text{m}^2/\text{s}$ (土木学会(2002) ⁽¹⁾ より)
計算対象現象時間	・ 発生時間より 24 時間

基礎方程式：非線形長波（浅水理論）の方程式および運動方程式

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

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

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

ここに,

x, y : 水平方向座標, t : 時間, η : 静水面からの水位

M, N : それぞれ x, y 方向の線流量

K_h : 水平渦動粘性係数

D : 全水深 ($D = h + \eta$)

h : 静水位

g : 重力加速度

n : マニングの粗度係数

第 3.3-1 表 数値シミュレーションにおける主な計算条件

(敷地前面海域の断層群の地震津波)

項目	計算条件
計算領域	・東西約 180km, 南北約 160km
格子分割サイズ	・沖合いでの最大 400m から 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25 と 1/2 ずつ徐々に細かい格子を設定。
計算時間間隔	・0.0625 秒
基礎方程式	・非線形長波(浅水理論)の連続式および運動方程式
初期条件	・Mansinha and Smylie(1971) ⁽²⁰⁾ の方法により計算
沖側境界条件	・自由透過条件。ただし関門海峡は波の主成分が反射すると仮定し陸側境界とした。
陸側境界条件	・伊方発電所敷地周囲は陸上遡上を考慮 ・伊方発電所以外の陸岸は, 静水面より上昇する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小谷(1998) ⁽²¹⁾ の遡上境界条件により海底露出を考慮
海底摩擦係数	・マニングの粗度係数 $n = 0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$
水平渦動粘性係数	・ $10\text{m}^2/\text{s}$ (土木学会(2002) ⁽¹⁾ より)
計算対象現象時間	・発生時間より 90 分間

基礎方程式：非線形長波（浅水理論）の方程式および運動方程式

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

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

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

ここに,

 x, y : 水平方向座標, t : 時間, η : 静水面からの水位 M, N : それぞれ x, y 方向の線流量 K_h : 水平渦動粘性係数 D : 全水深 ($D = h + \eta$) h : 静水位 g : 重力加速度 n : マニングの粗度係数

第 3.3-2 表 詳細パラメータスタディの各種パラメータ

○ 敷地前面海域の断層群 モーメントマグニチュード Mw 7.48

< 水位上昇側 >

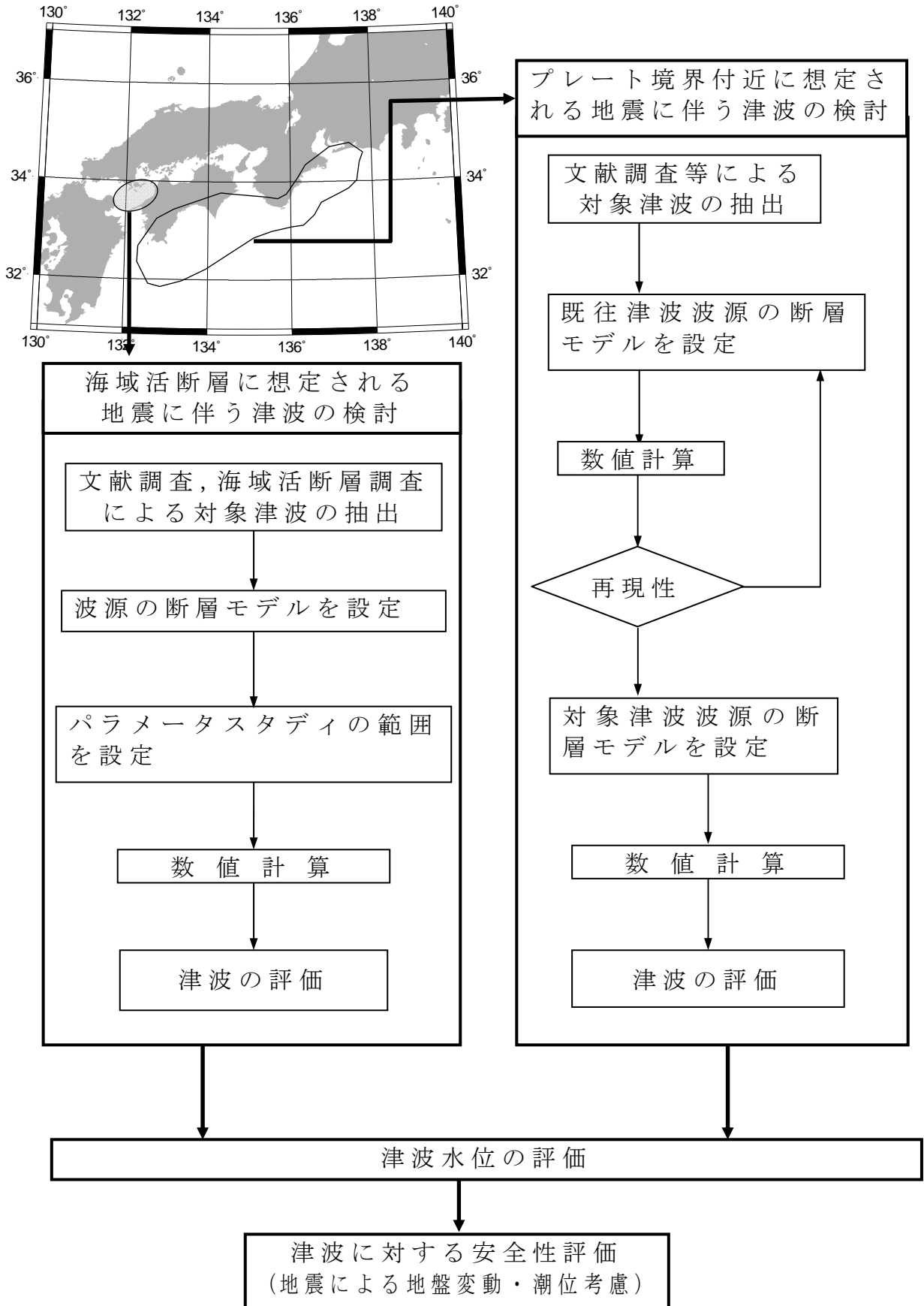
断層長さ (km)	断層傾斜角 (°)	すべり角 (°)	断層幅 (km)	すべり量 (m)
69	75	165	15.5	4.90
	80	170	15.2	4.98
	85	175	15.0	5.03

< 水位下降側 >

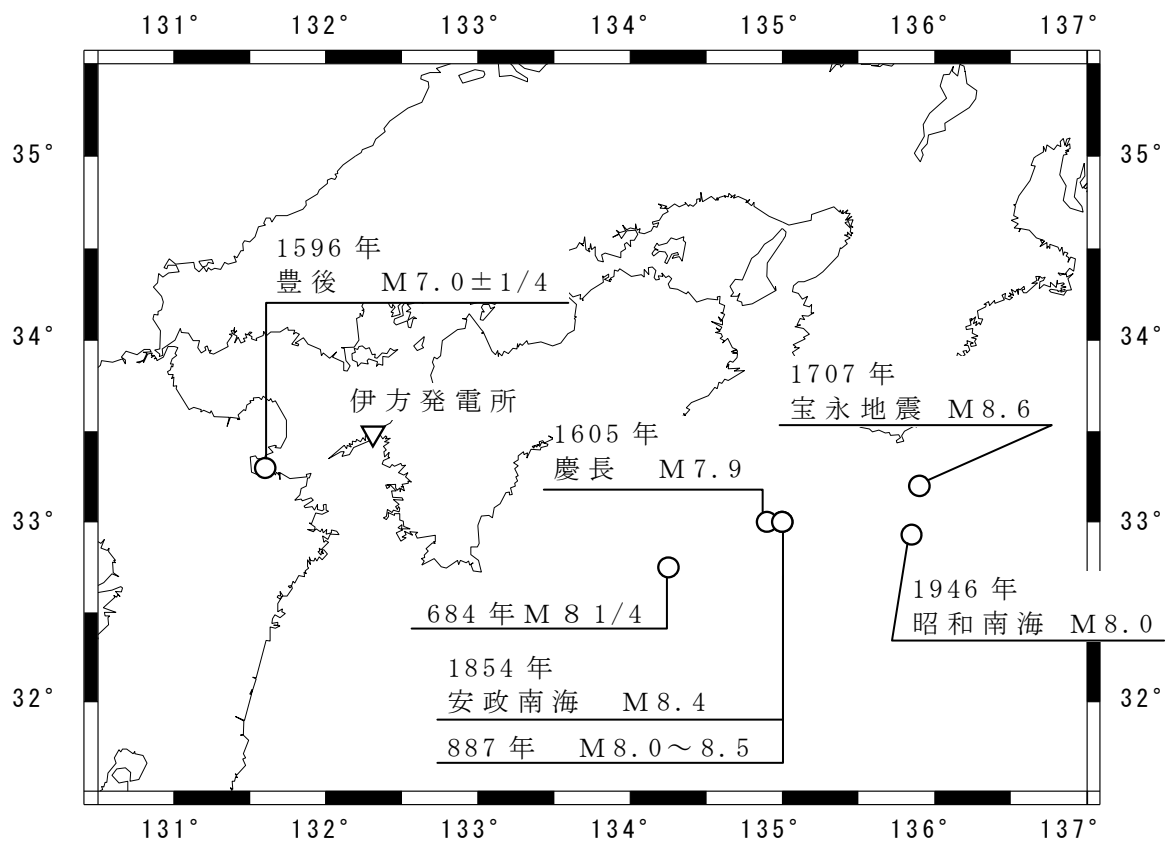
断層長さ (km)	断層傾斜角 (°)	すべり角 (°)	断層幅 (km)	すべり量 (m)
69	75	185	15.5	4.90
	80	190	15.2	4.98
	85	195	15.0	5.03

第 3.4-1 表 数値シミュレーション結果

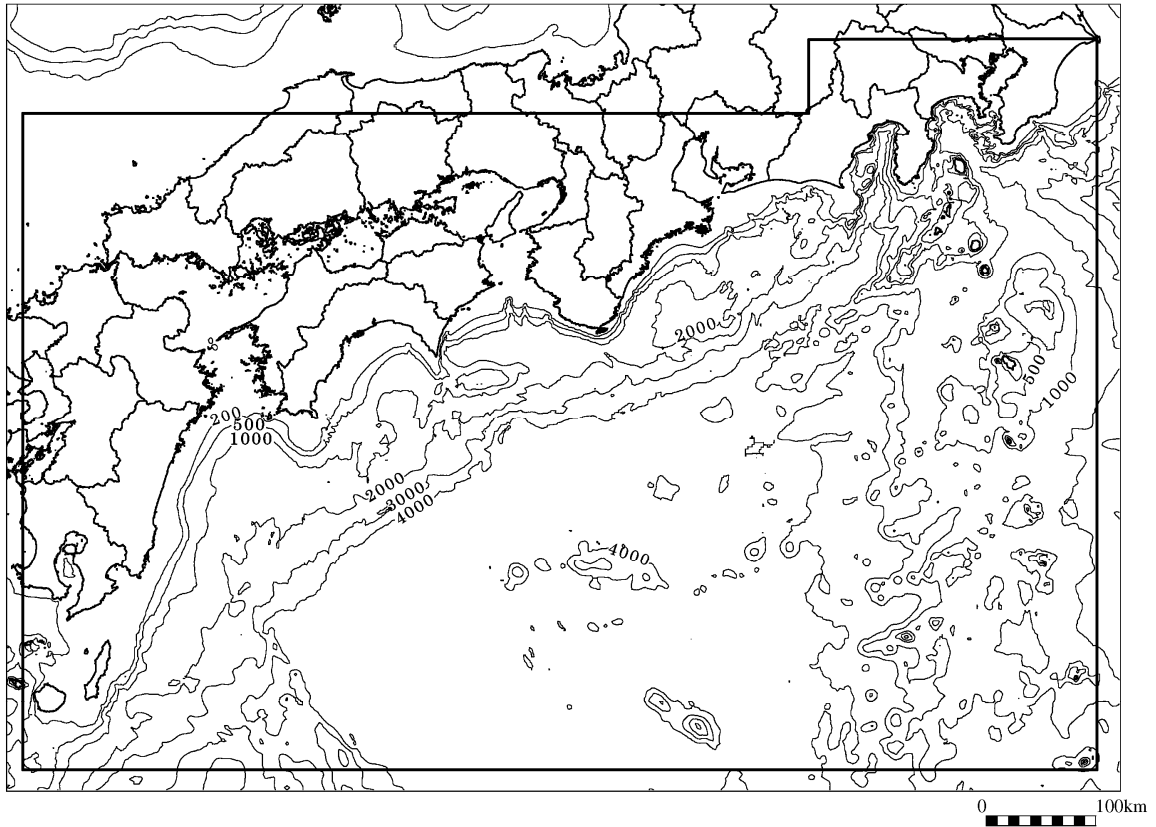
	水位上昇側		水位下降側	
	1・2号機 敷地前面	3号機 敷地前面	1・2号機 取水口	3号機 取水口
1946年昭和南海 地震津波	+0.08m	+0.07m	-0.07m	-0.07m
中央防災会議に よる東南海・南海 地震津波	+0.28m	+0.28m	-0.31m	-0.31m
敷地前面海域の 断層群による地 震津波	+2.66m	+1.86m	-1.12m	-1.33m



第 2-1 図 評価フロー

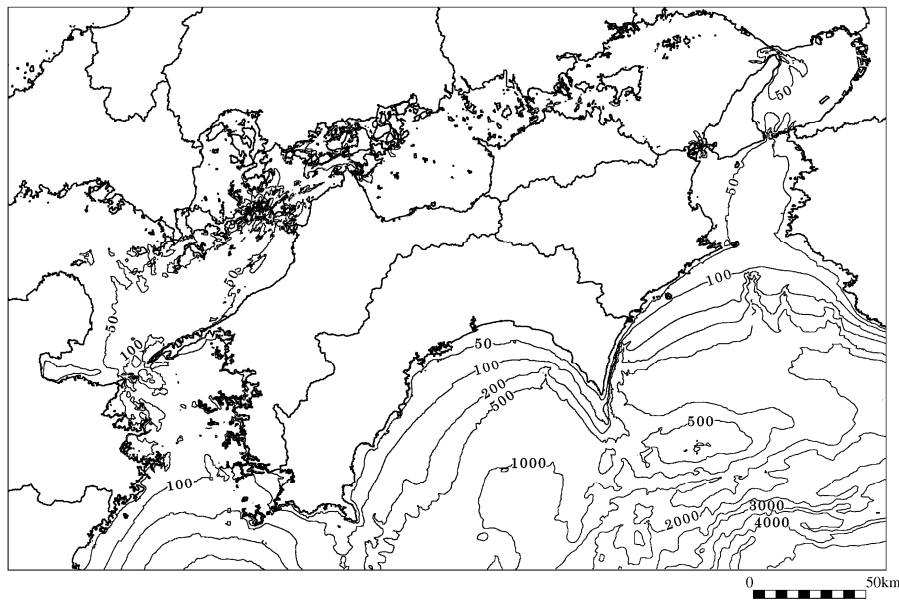


第 3.1-1 図 南海道および近地において津波を引き起こした地震の震央位置



領域全域

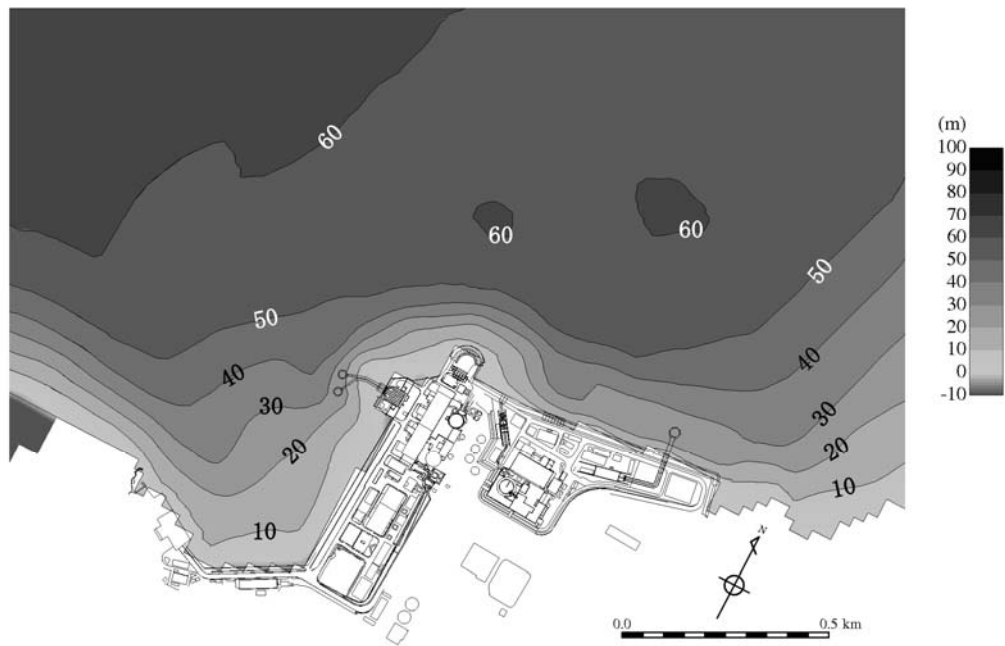
単位：m



四国周辺

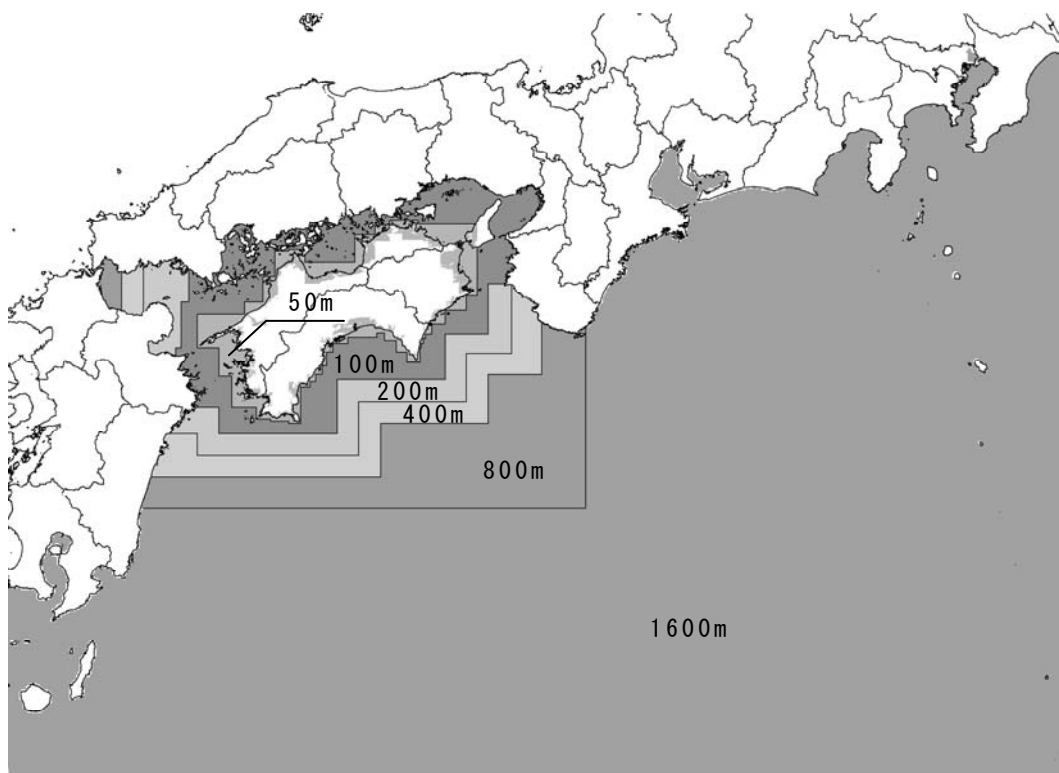
単位：m

第 3.2-1(1)図 計算領域および水深（領域全域・四国周辺）

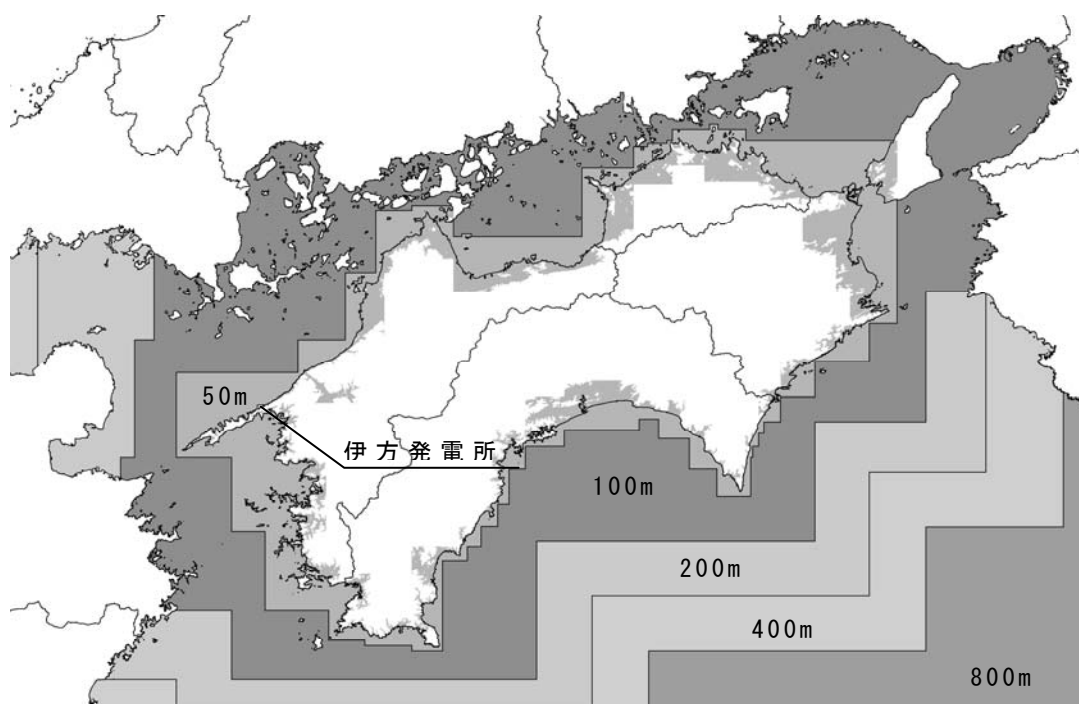


単位：m

第 3.2-1(2) 図 計算領域および水深（敷地周辺）

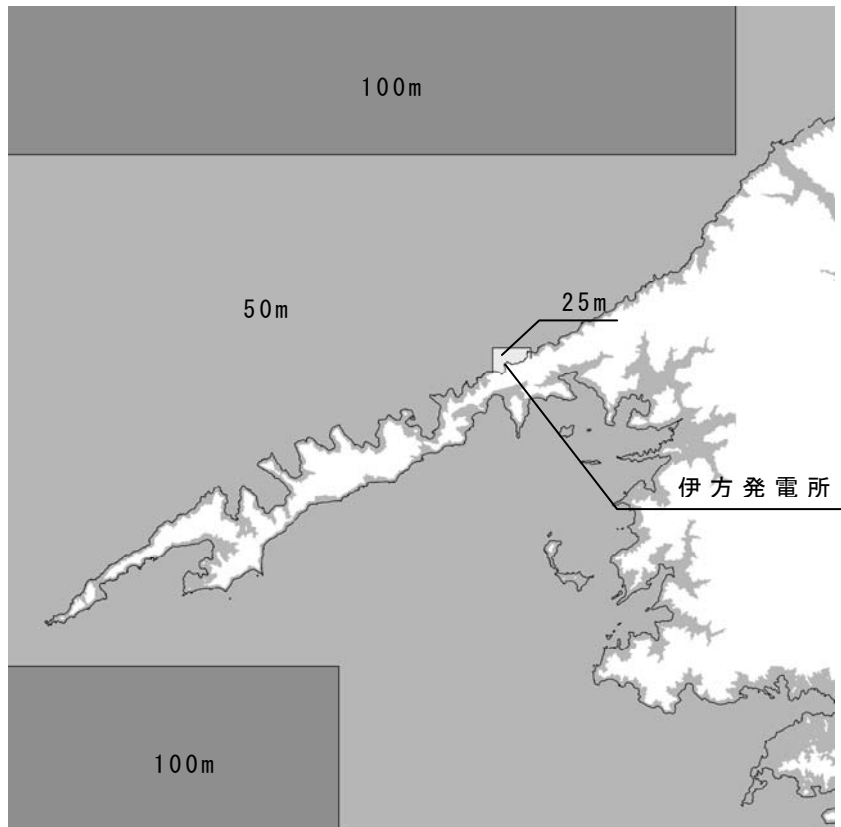


領域全域



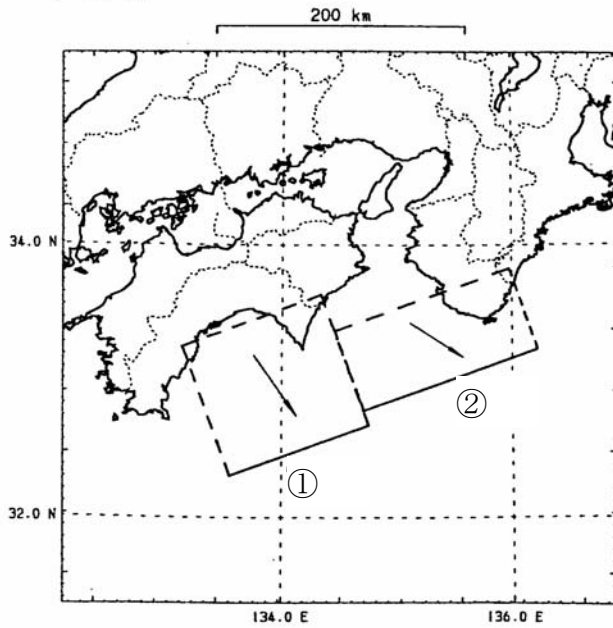
四国周辺

第 3. 2-2(1) 図 計算領域の格子分割 (領域全域・四国周辺)

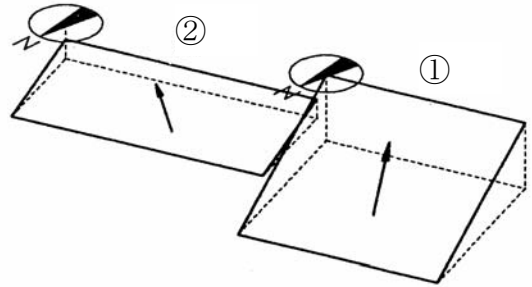


第 3.2-2(2) 図 計算領域の格子分割 (敷地周辺)

・平面図



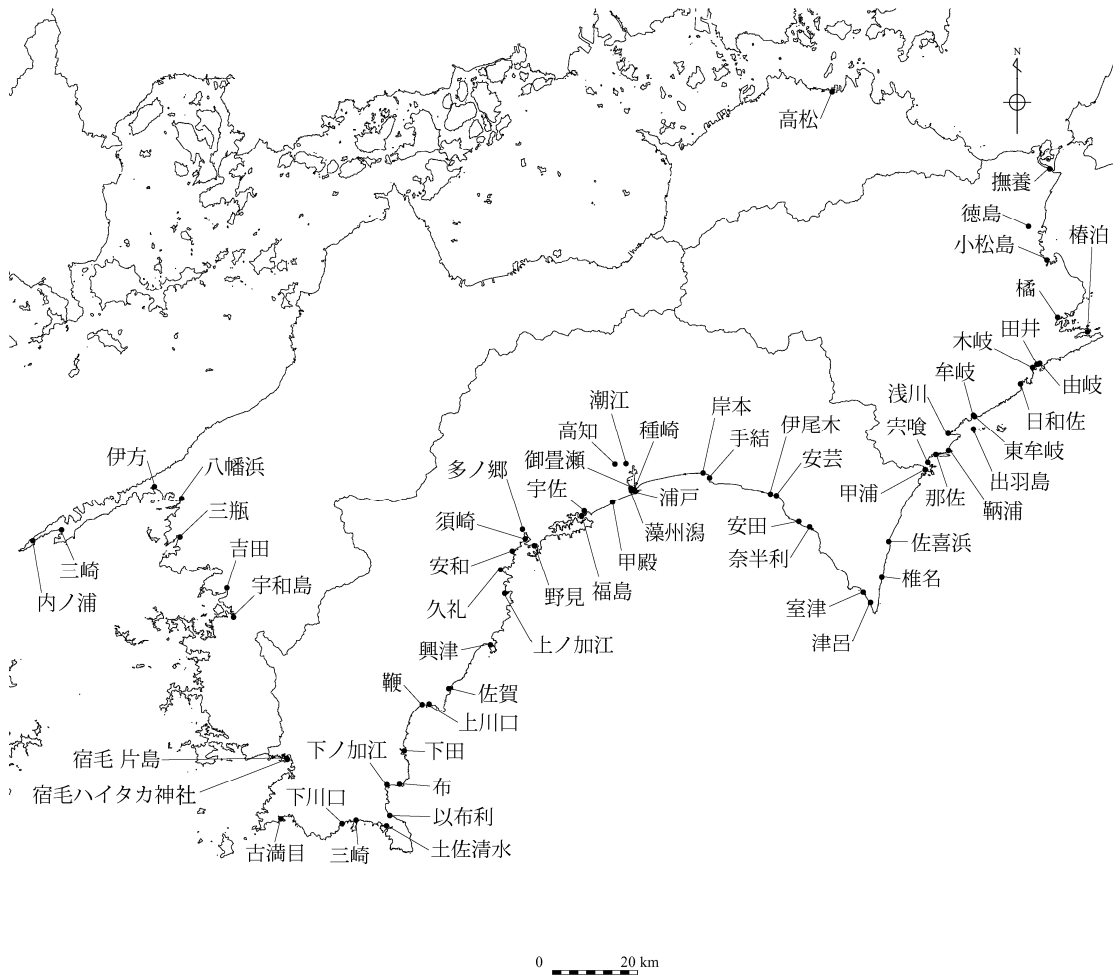
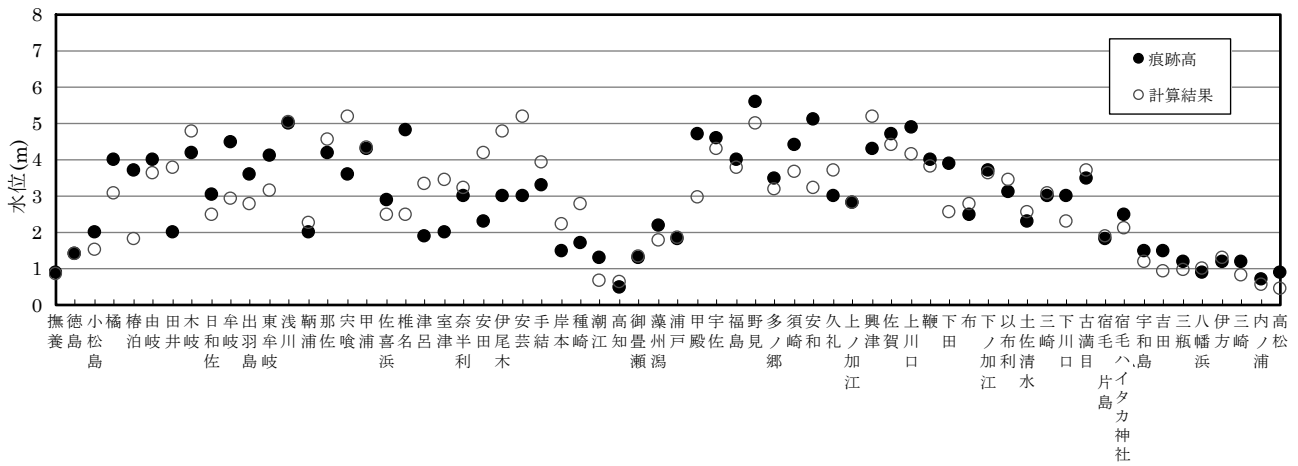
・見取図



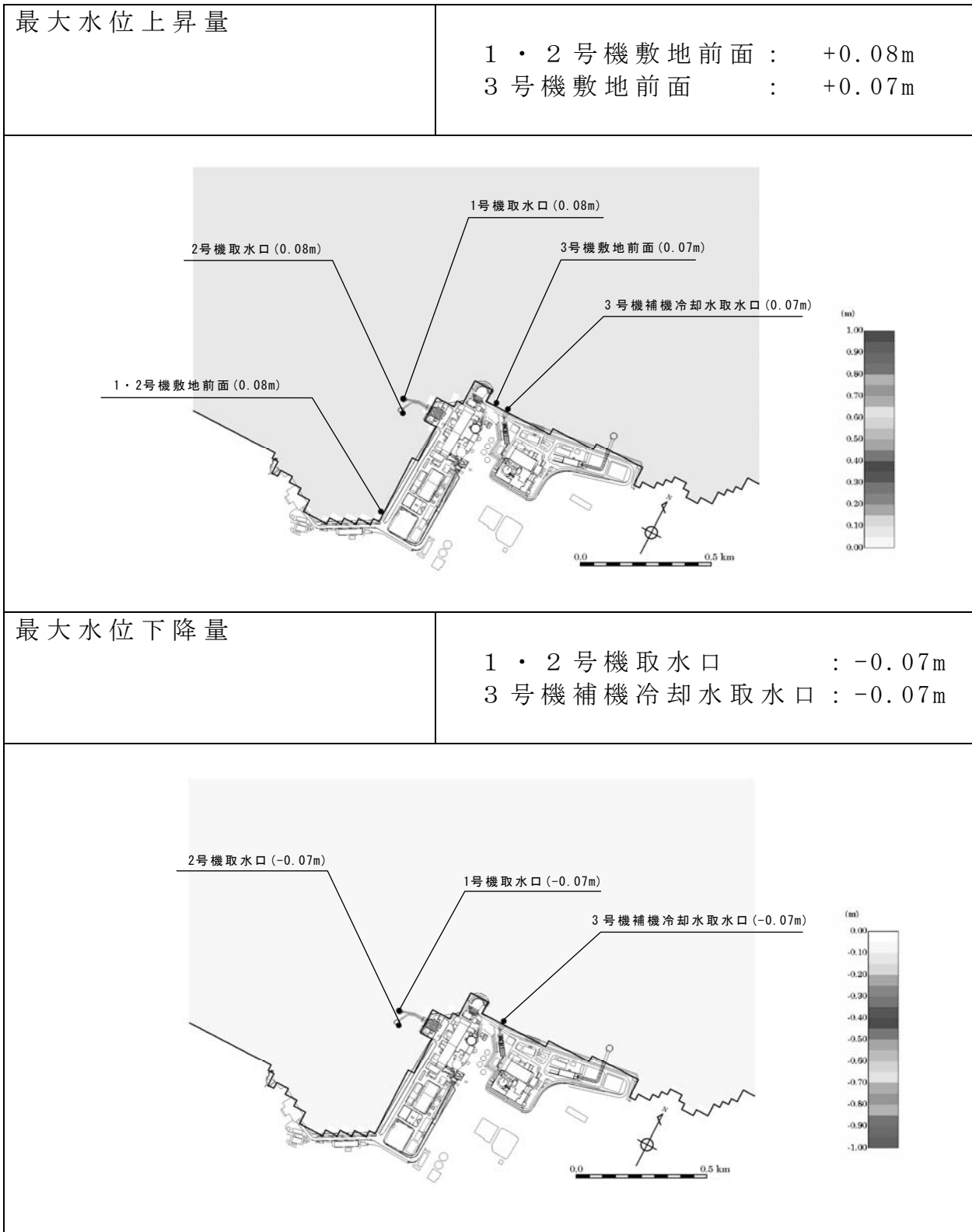
モデル諸元

	断層番号	
	①	②
長さ : L	120km	150km
幅 : W	120km	70km
すべり量 : D	5.0m	4.0m
上縁深さ : d	1km	10km
走向 : θ	250°	250°
断層傾斜角 : δ	20°	10°
すべり角 : λ	104°	127°

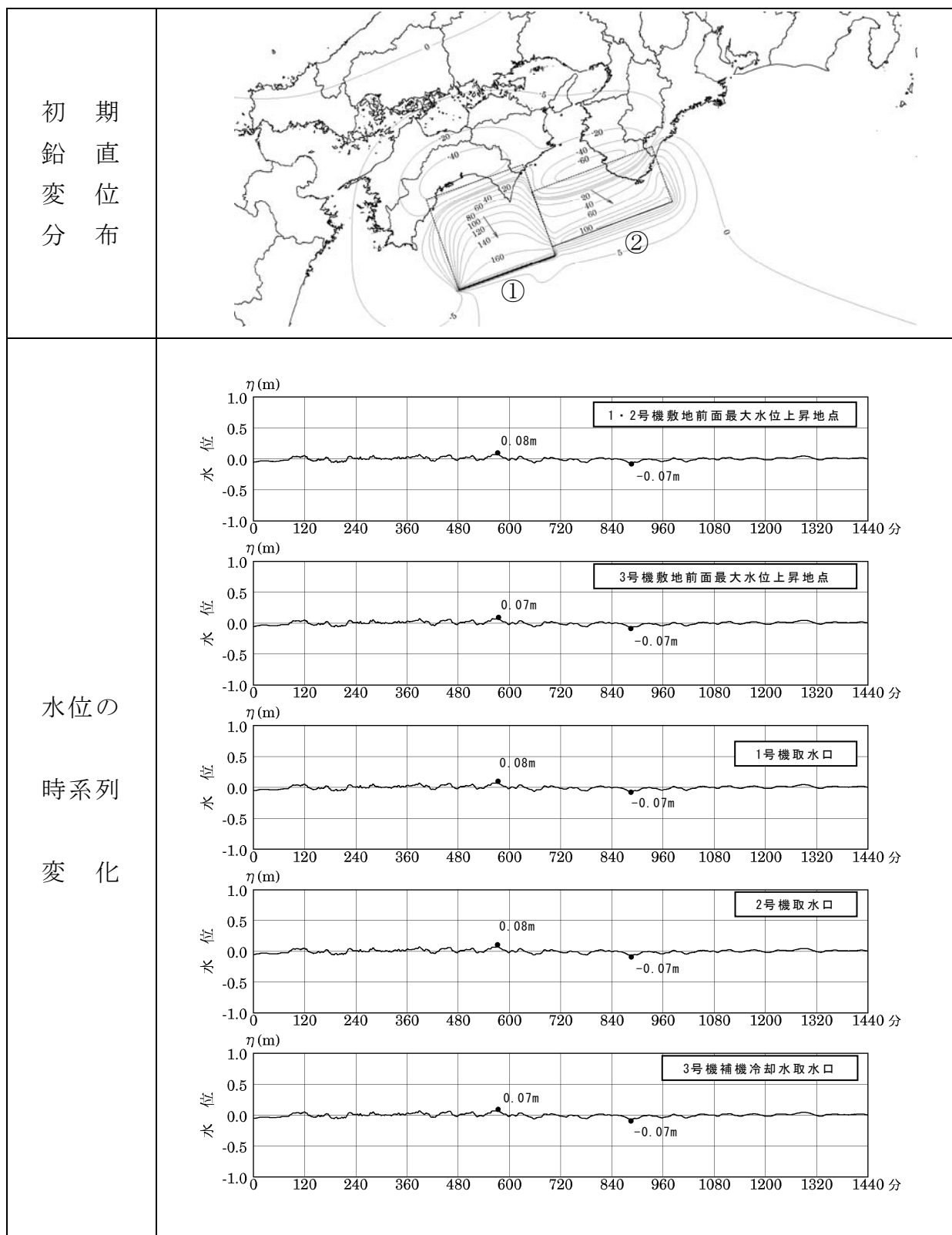
第 3.2-3 図 1946 年昭和南海地震のモデル諸元 (相田モデル)



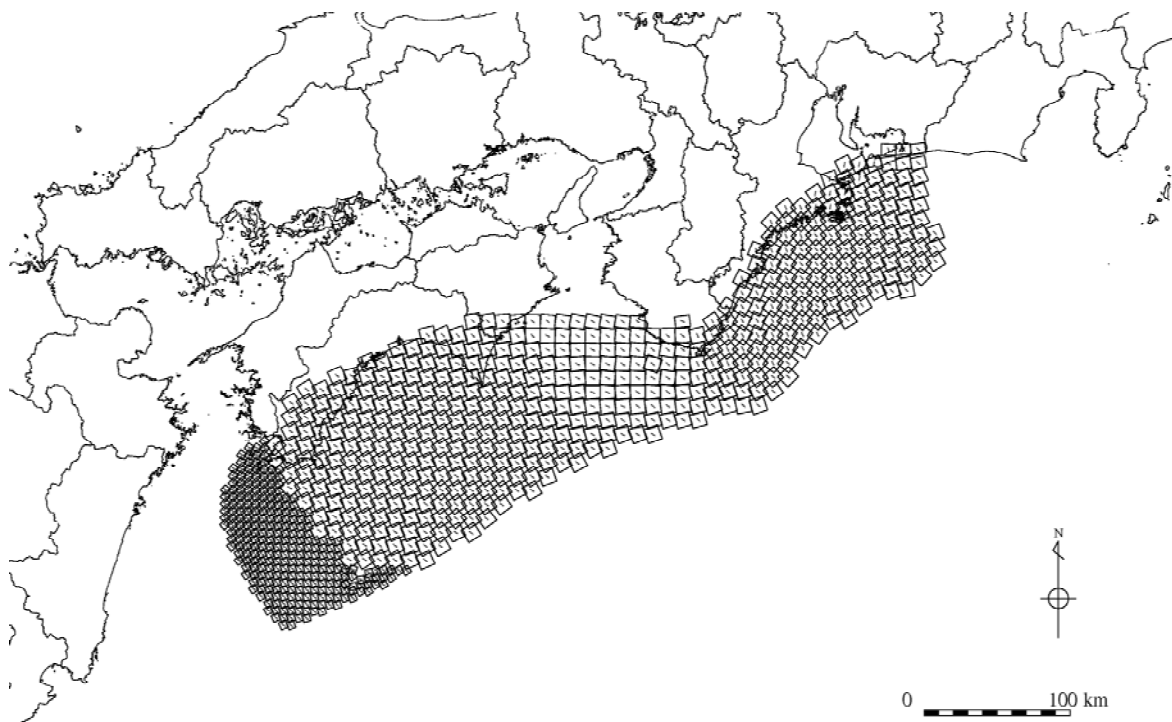
第 3.2-4 図 1946 年昭和南海地震津波の痕跡高さと計算波高との比較



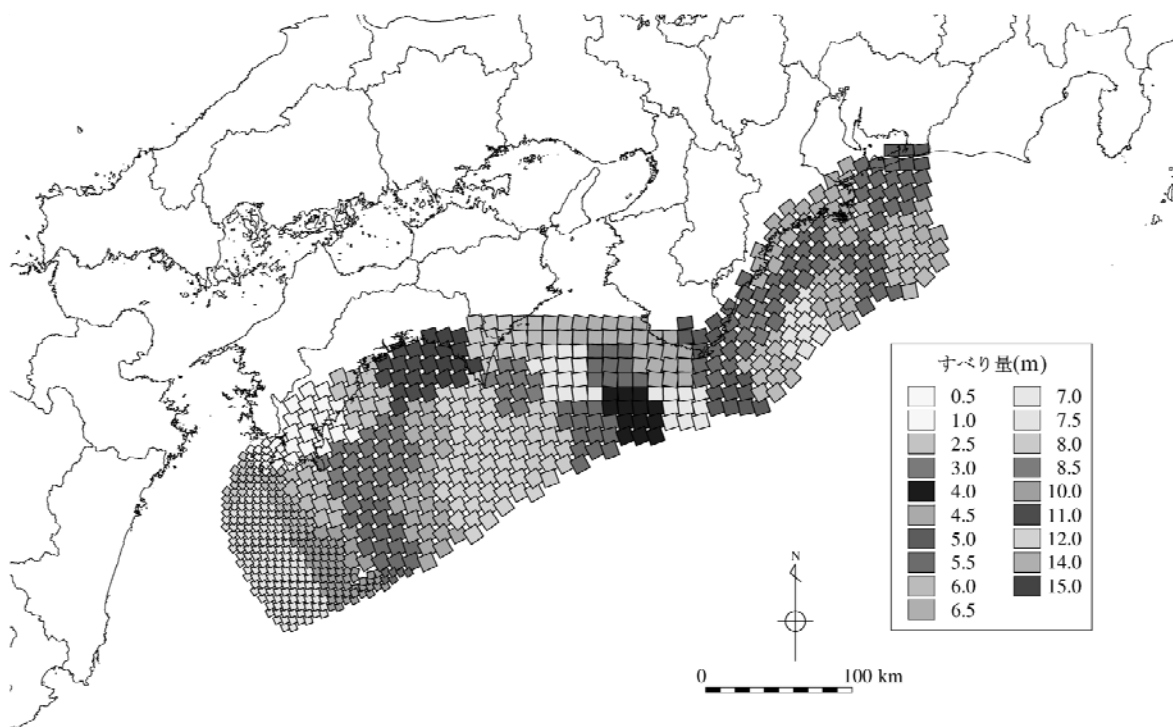
第 3.2-5 図 1946 年昭和南海地震津波による最大水位変化



第 3.2-6 図 1946 年昭和南海地震津波による初期鉛直変位分布および水位の時系列変化

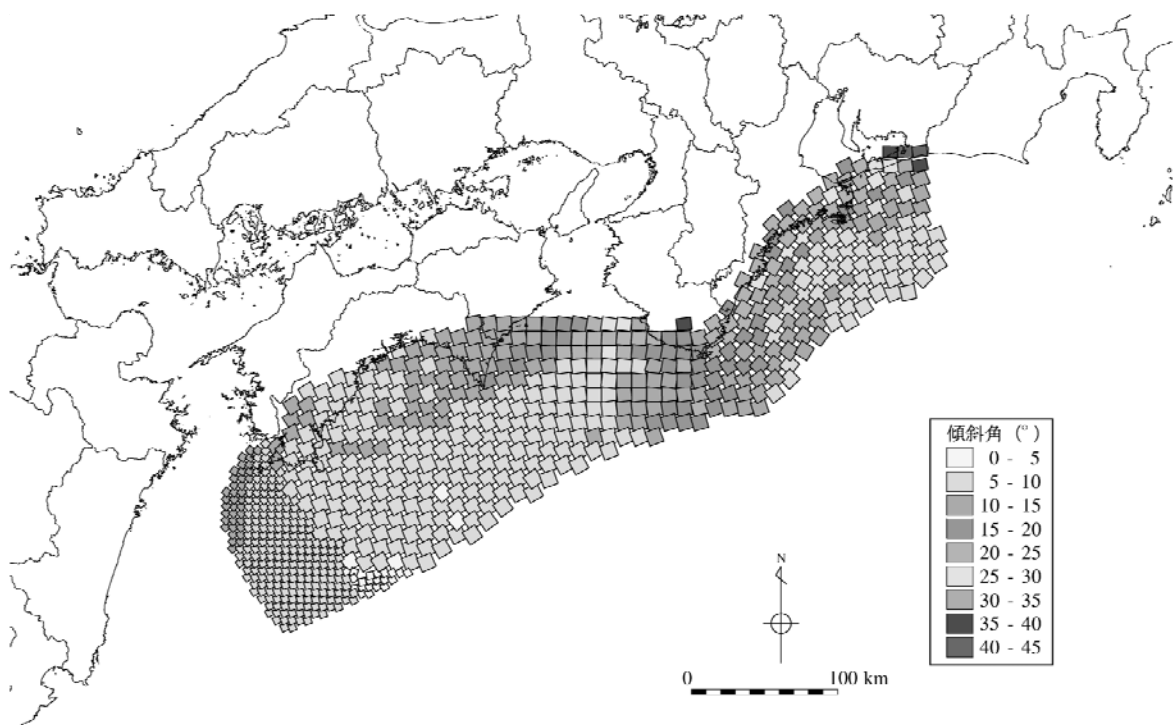


すべり角分布

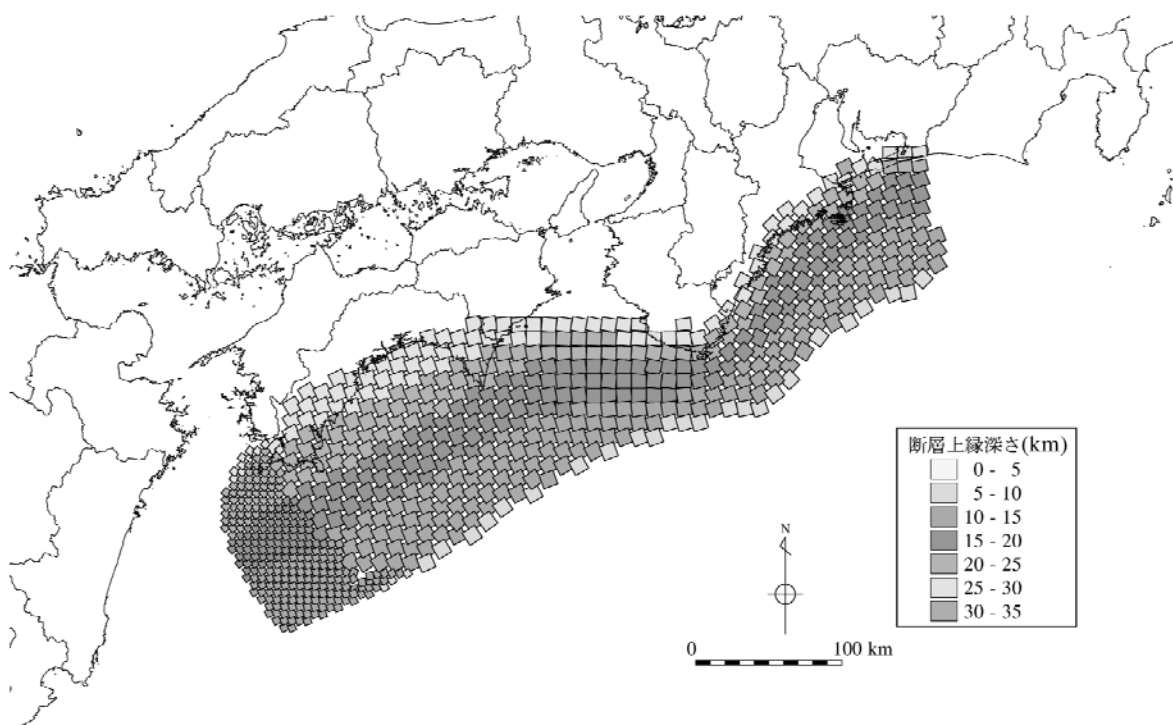


すべり量分布

第 3.2-7(1)図 中央防災会議 想定東南海・南海地震のモデル諸元

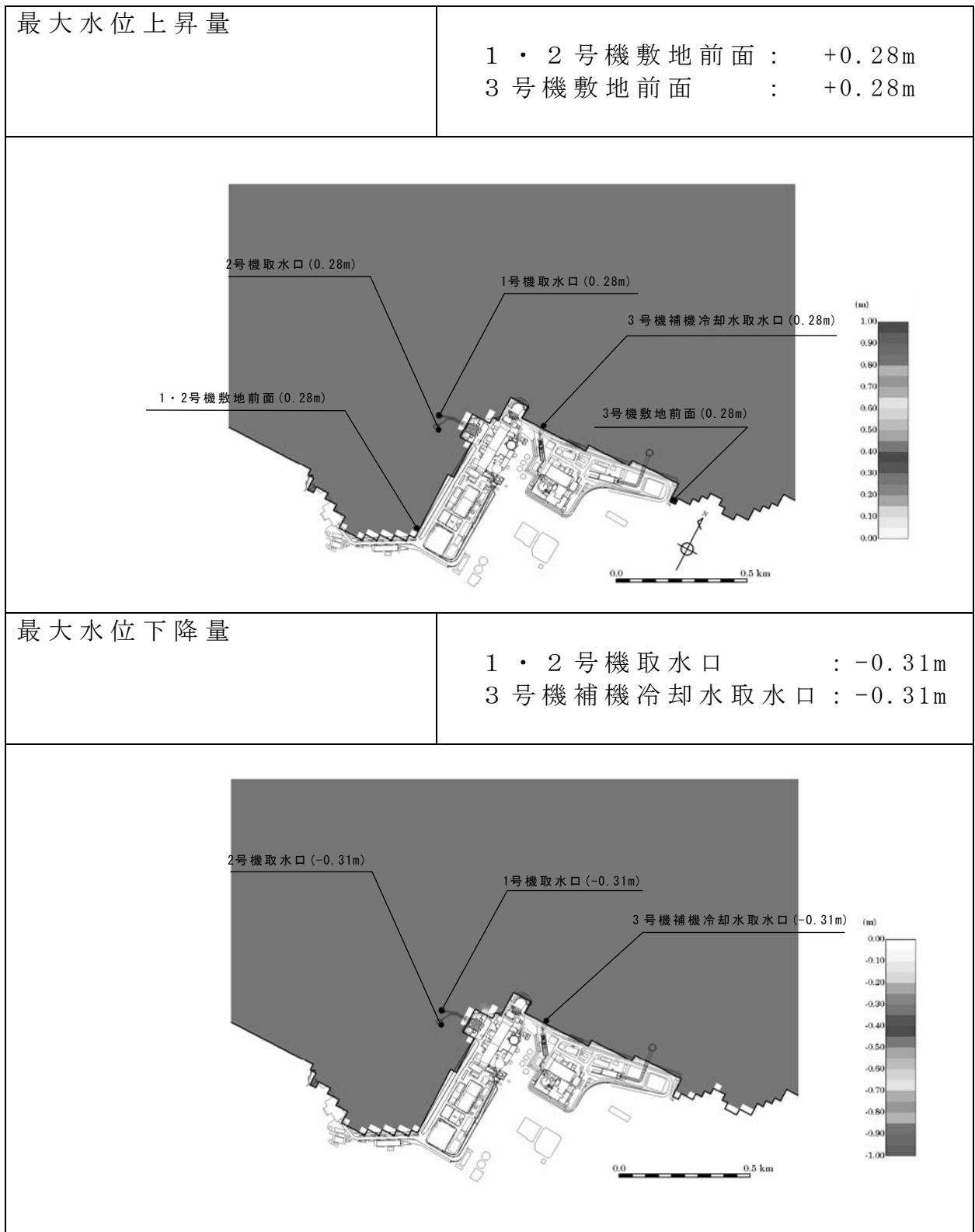


断層傾斜角分布

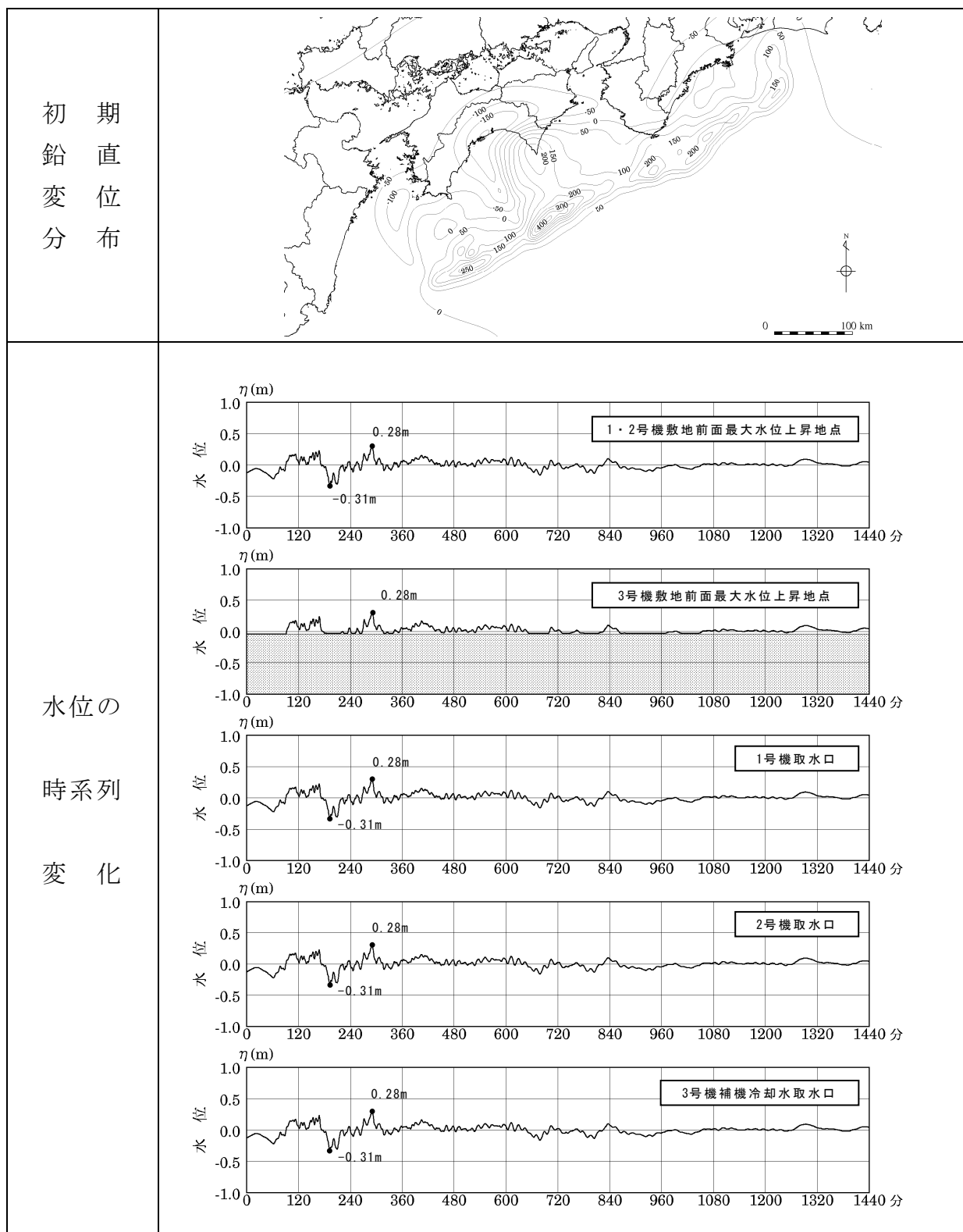


断層上縁深さ分布

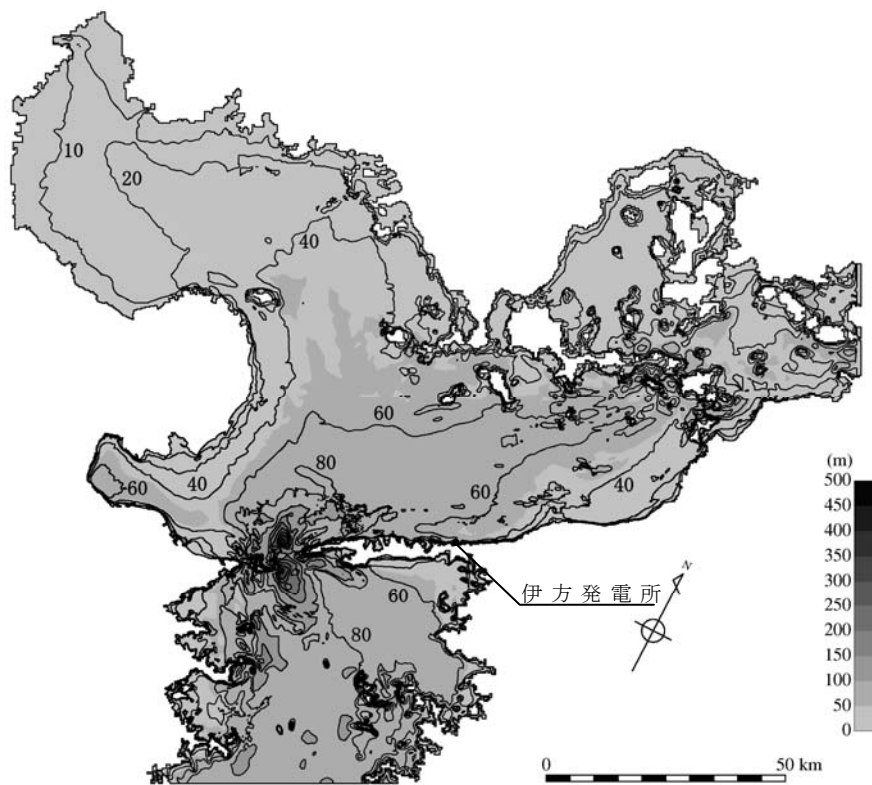
第 3.2-7(2) 図 中央防災会議 想定東南海・南海地震のモデル諸元



第 3.2-8 図 中央防災会議 想定東南海・南海地震津波による
 最大水位変化



第 3.2-9 図 中央防災会議 想定東南海・南海地震津波による初期鉛直変位分布および水位の時系列変化

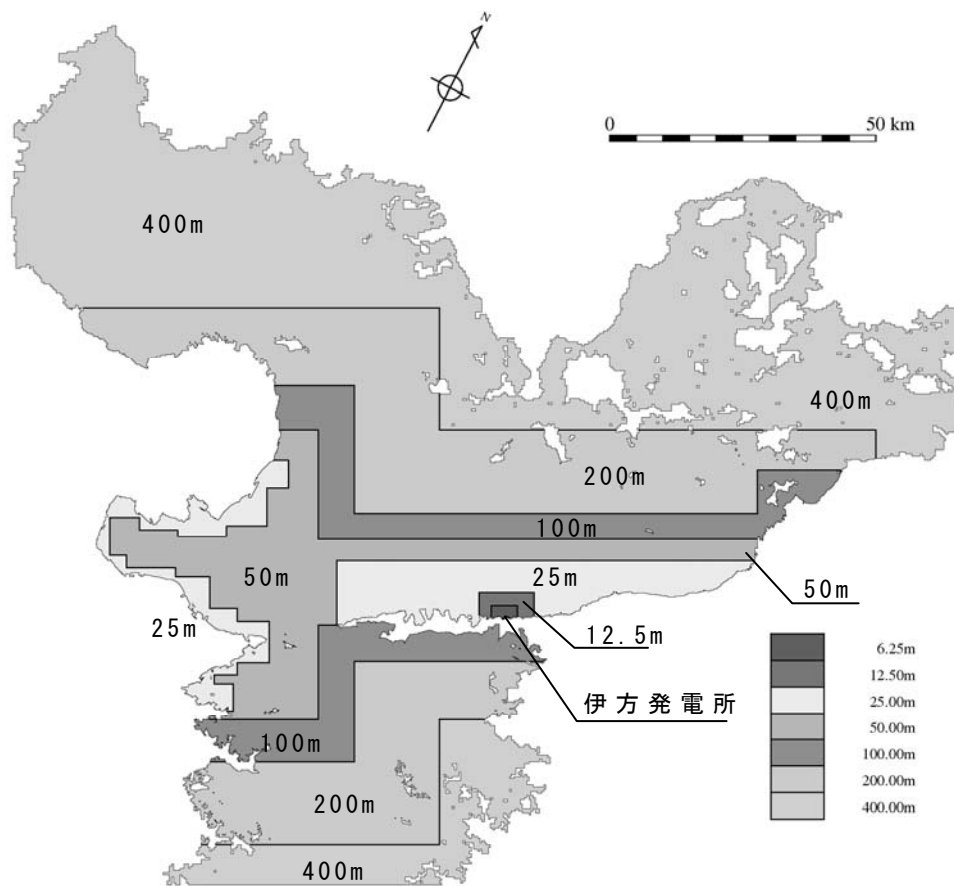


領域全域

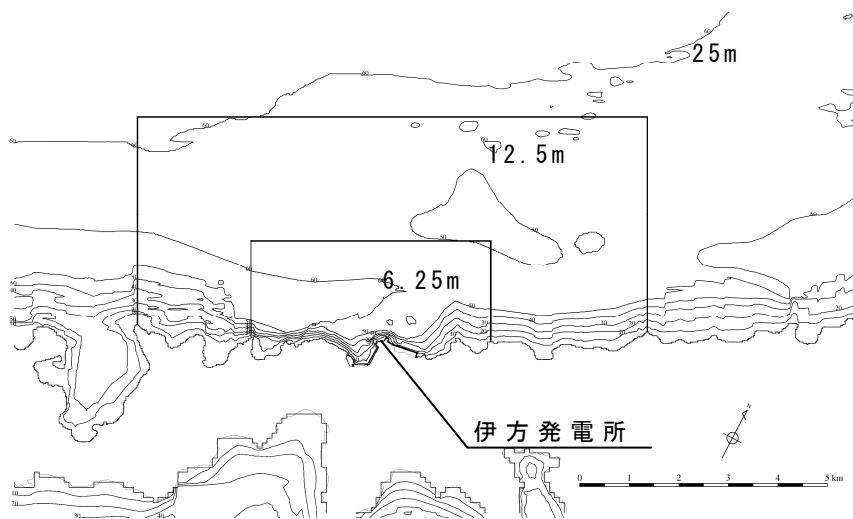


敷地周辺

第 3.3-1 図 計算領域および水深（領域全域・敷地周辺）



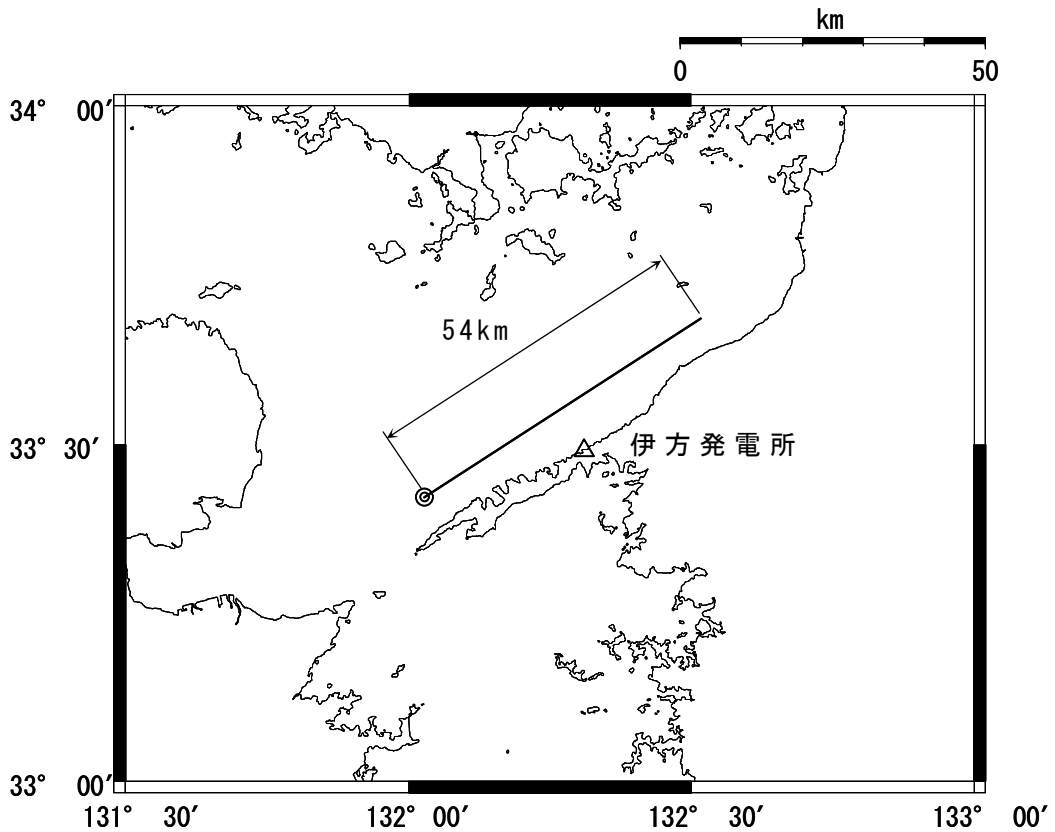
領域全域



敷地周辺

第 3.3-2 図 計算領域の格子分割（領域全域・敷地周辺）

断層パラメータ		備考
断層長さ : L	54km	地質調査結果より設定
走 向 : θ	57°	地質調査結果より設定
断層上端深さ : d	0 km	地質調査結果(2km)より津波評価上(0km)と設定

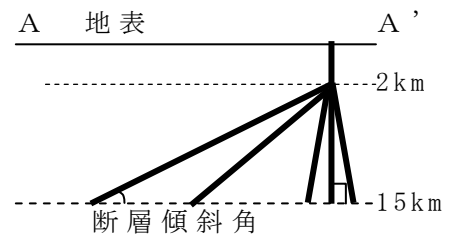
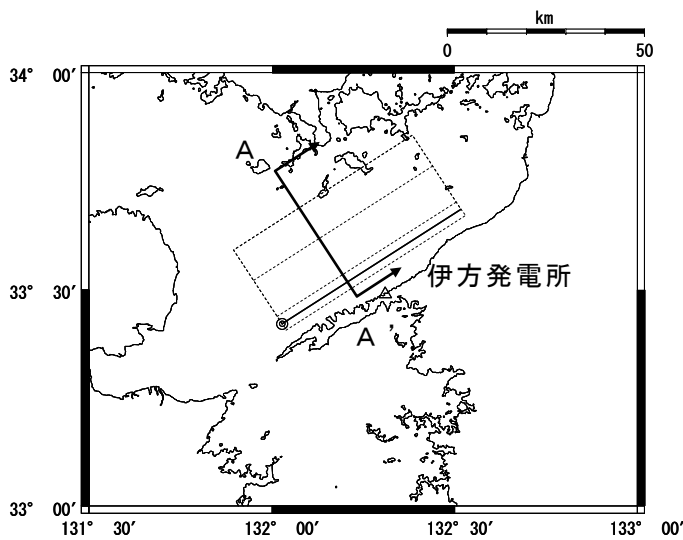


第 3.3-3 図 敷地前面海域の断層群による地震の津波波源の断層モデル (基準断層モデル)

断層長さ (km)	断層傾斜角 (°)	すべり角 (°)	断層幅 (km)	すべり量 (m)	モーメントマグニチュード M _w
54	北傾斜 80	170	15.2	3.93	7.34
	90		15.0	3.98	
	南傾斜 80	15.2	3.93		
	北傾斜 30	180	28.0	2.13	
	北傾斜 40		22.2	2.69	
69	北傾斜 80	190	15.2	4.98	7.48
	90		15.0	5.05	
	南傾斜 80		15.2	4.98	

パラメータスタディの各パラメータ

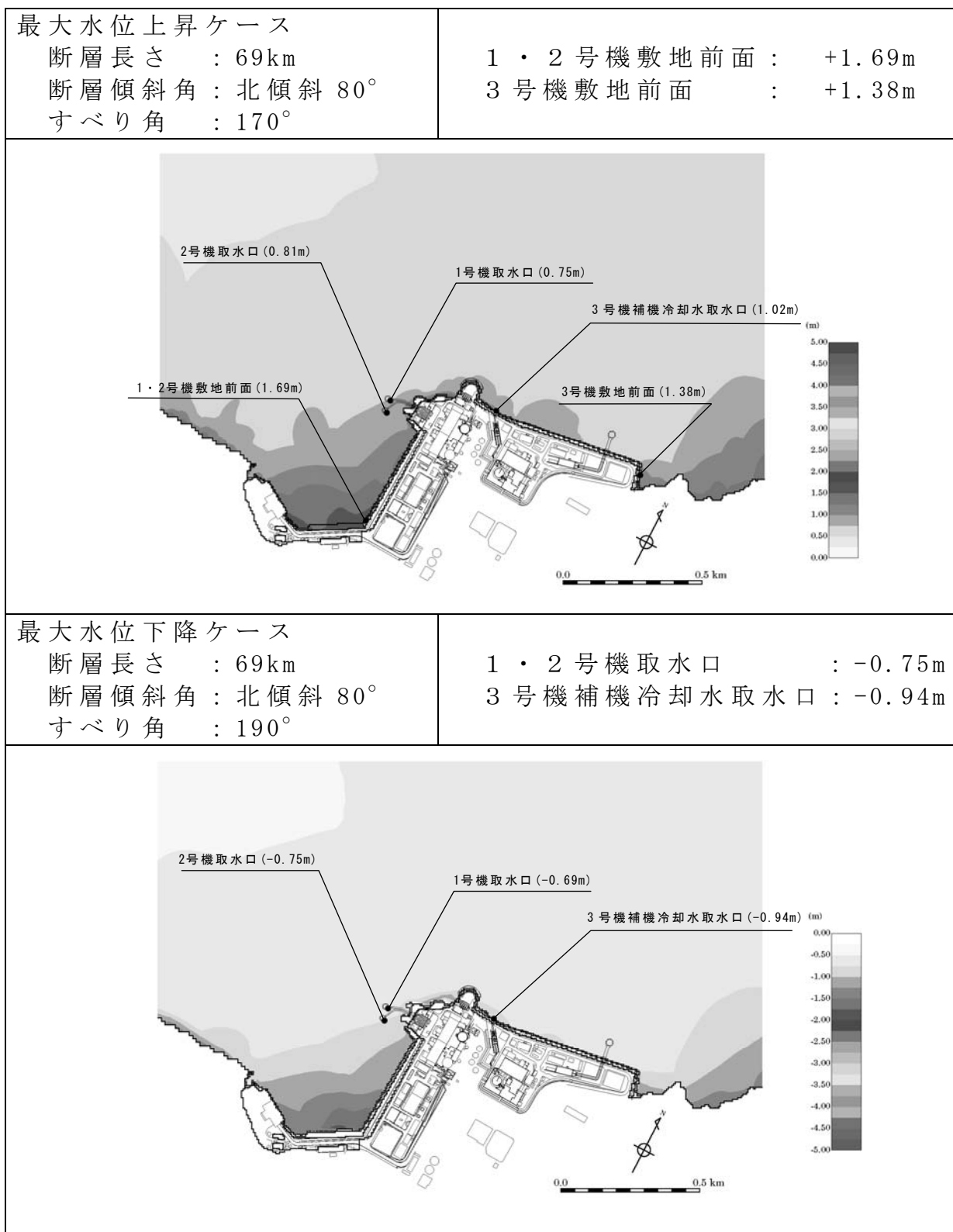
- ・断層長さ : 54km, 69km
- ・断層傾斜角 : 【断層長さ 54km】 北傾斜 80°, 90°, 南傾斜 80°, 北傾斜 30°, 北傾斜 40°
【断層長さ 69km】 北傾斜 80°, 90°, 南傾斜 80°
- ・すべり角 : 170°, 180°, 190°



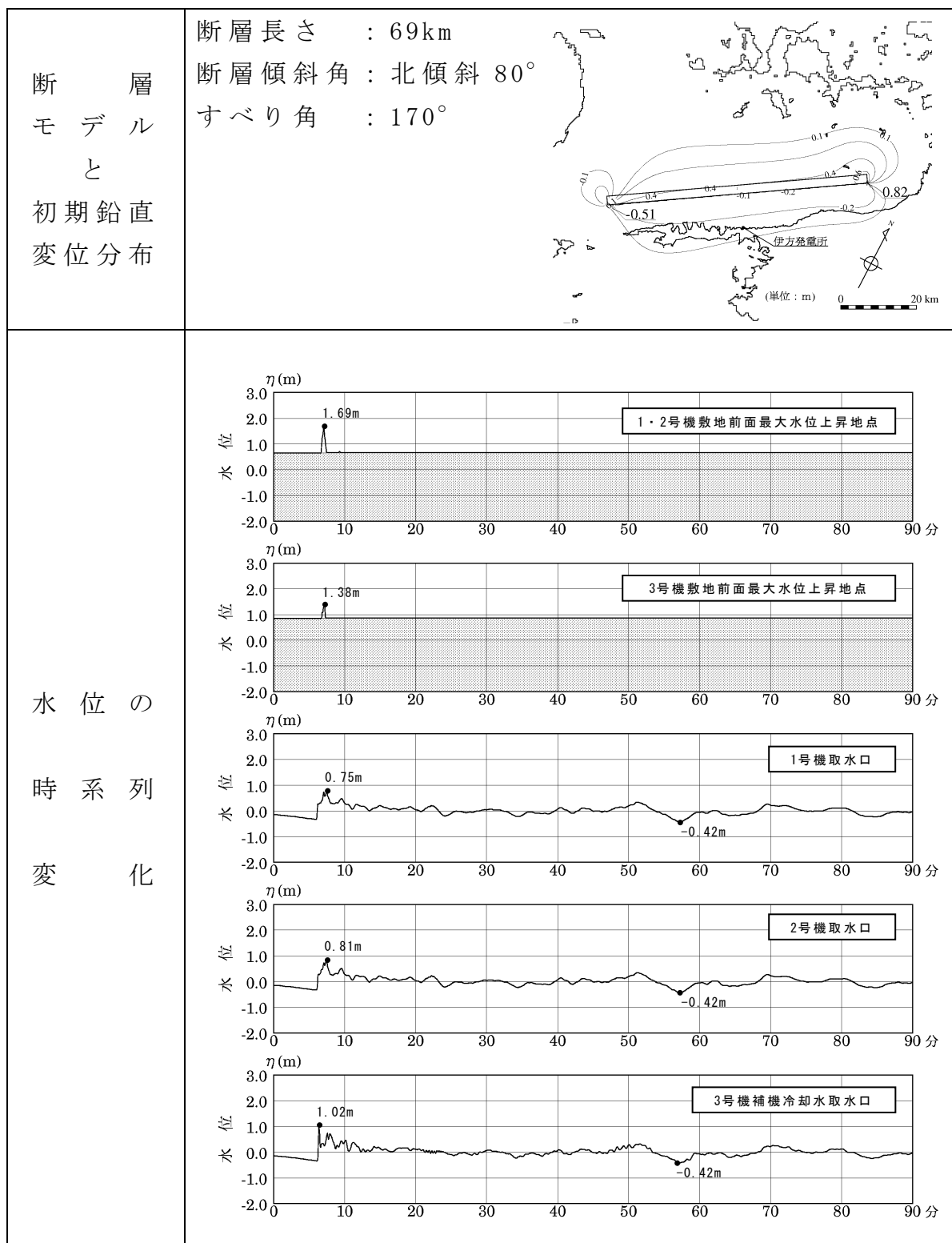
波源の断層モデルとその傾斜角

波源の断層モデル平面図

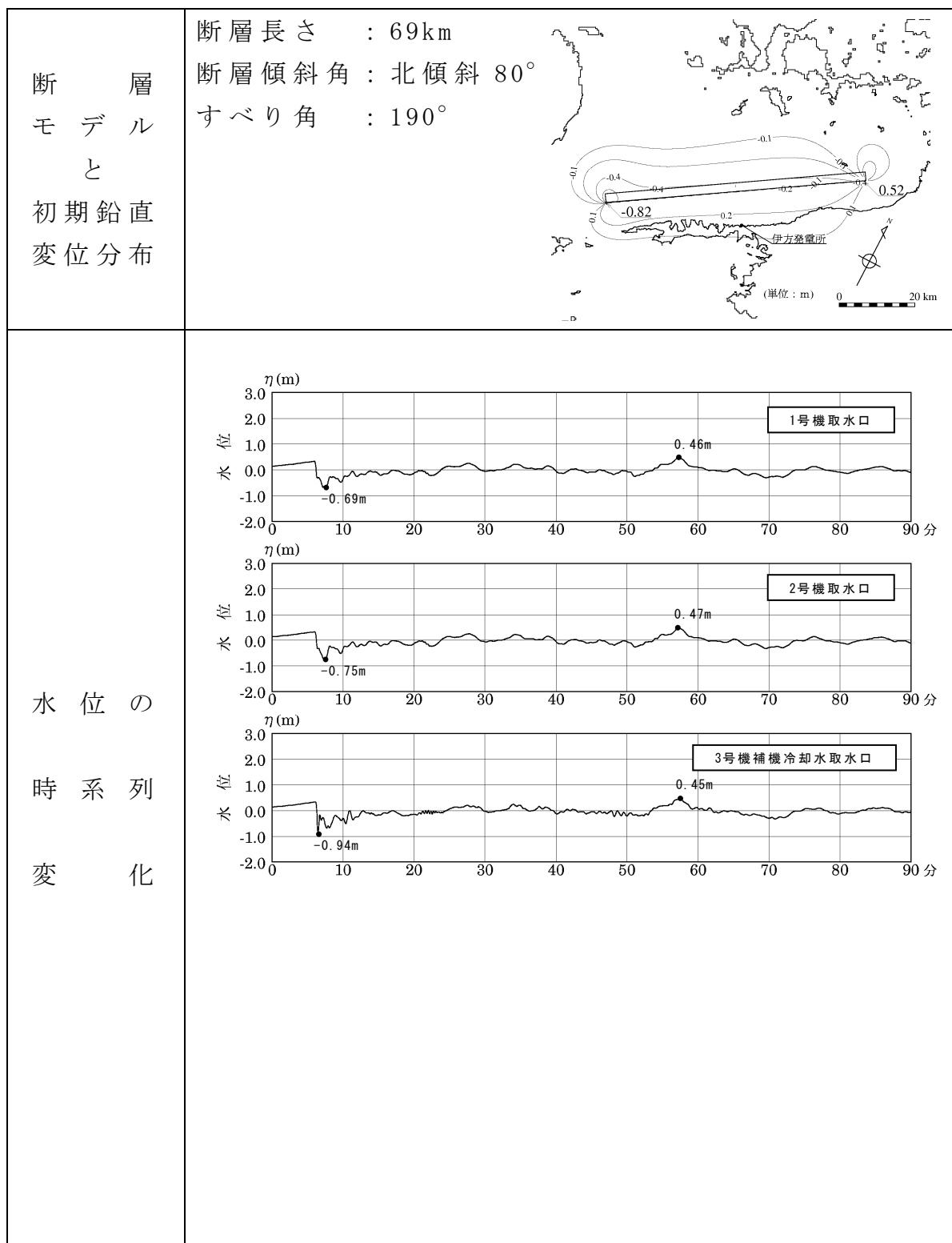
第 3.3-4 図 敷地前面海域の断層群による地震津波の波源の断層モデル (概略パラメータスタディ)



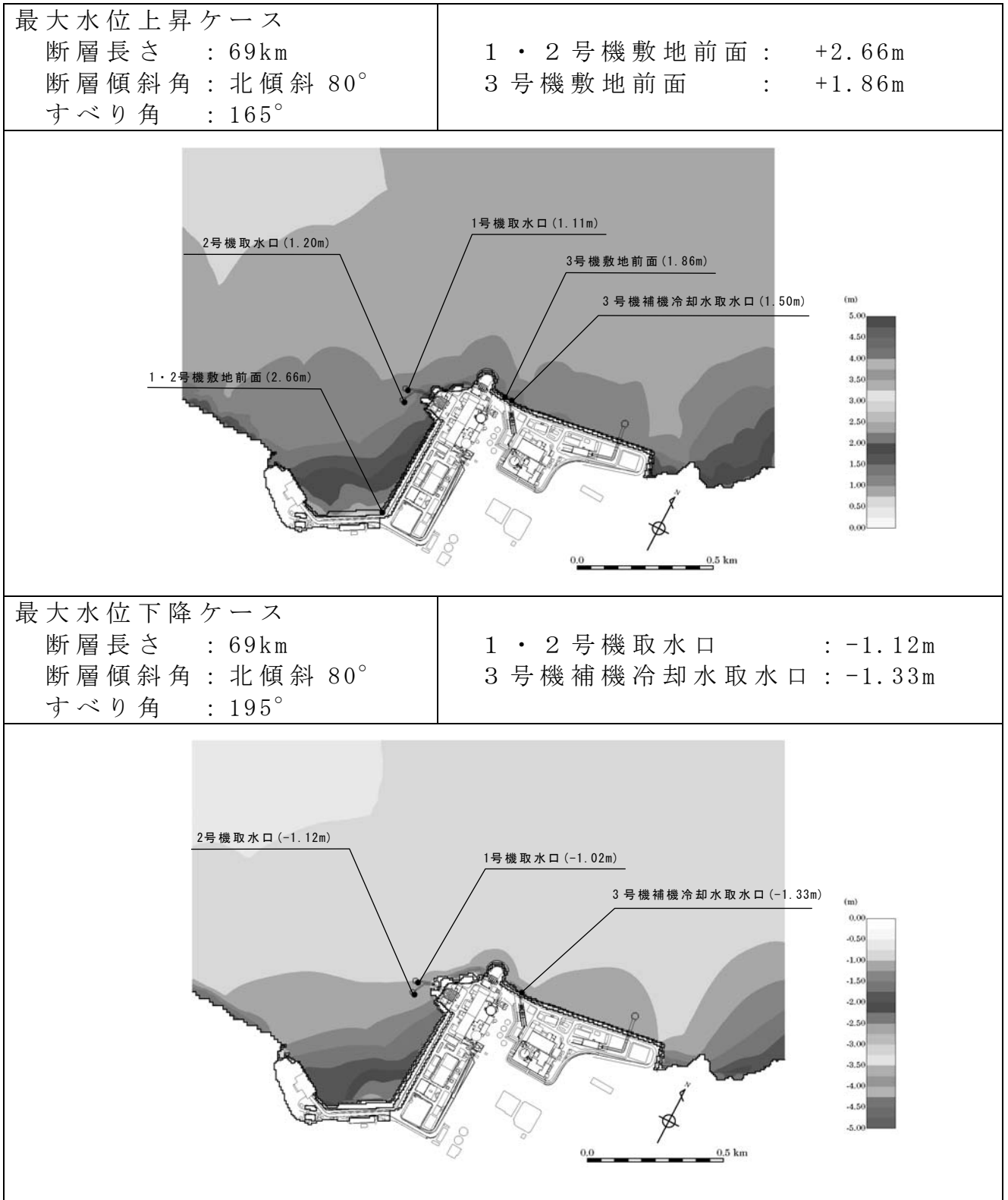
第 3.3-5 図 敷地前面海域の断層群による地震津波の最大水位変化 (概略パラメータスタディ)



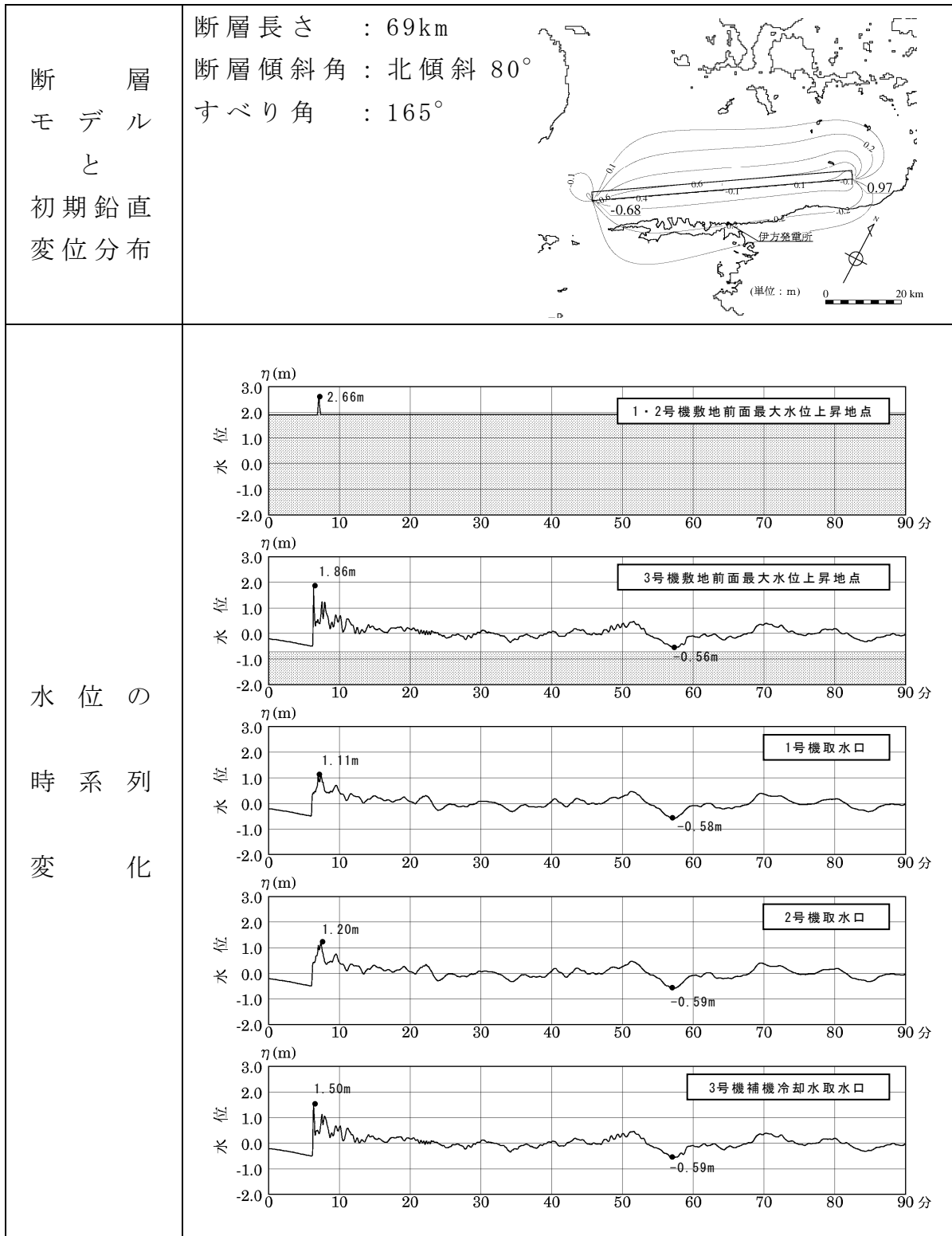
第 3.3-6 図 敷地前面海域の断層群による地震津波の初期鉛直変位分布および水位の時系列変化 (最大水位上昇時 : 概略パラメータスタディ)



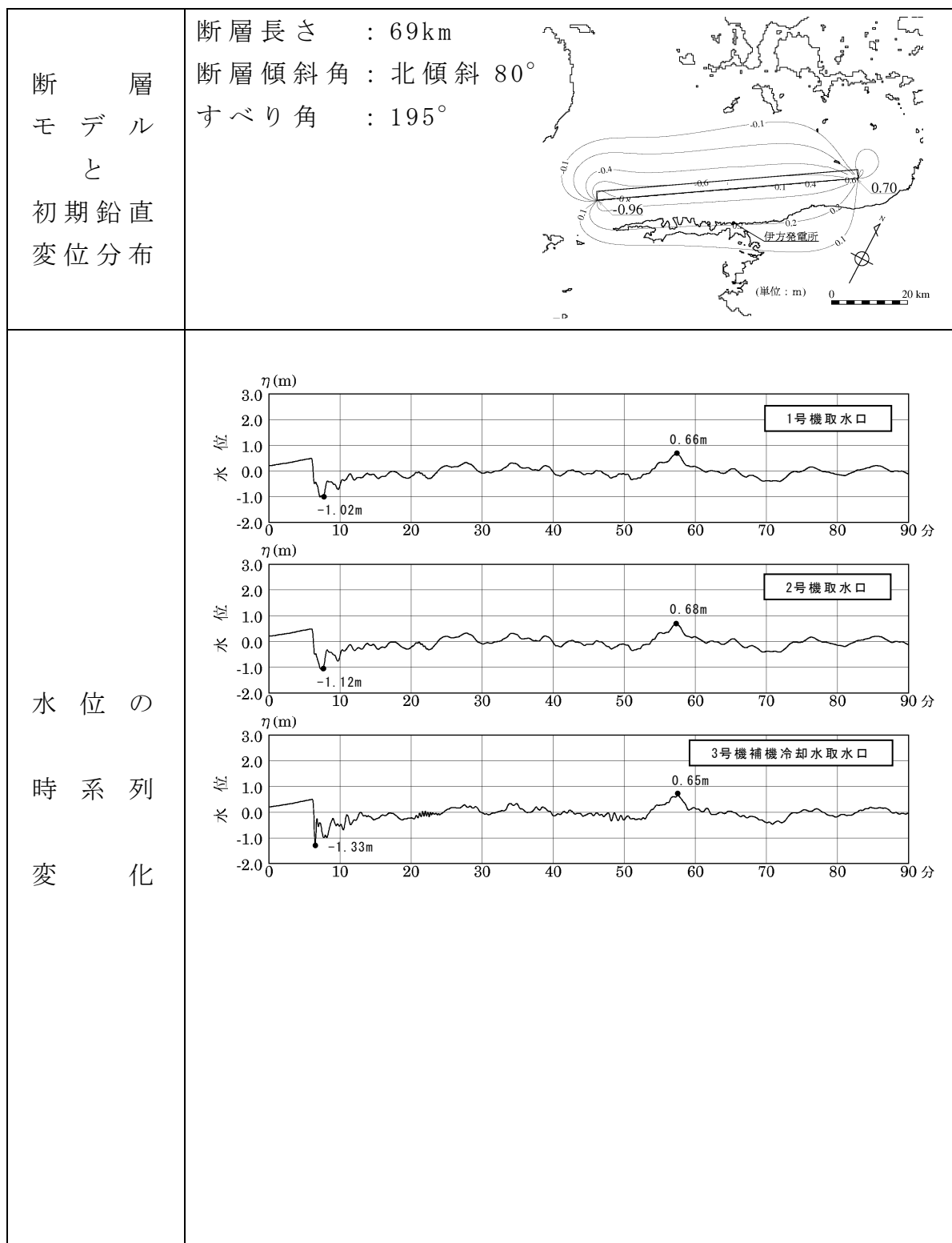
第 3.3-7 図 敷地前面海域の断層群による地震津波の初期鉛直変位分布および水位の時系列変化（最大水位下降時：概略パラメータスタディ）



第 3.3-8 図 敷地前面海域の断層群による地震津波の最大水位変化
 (詳細パラメータスタディ結果)

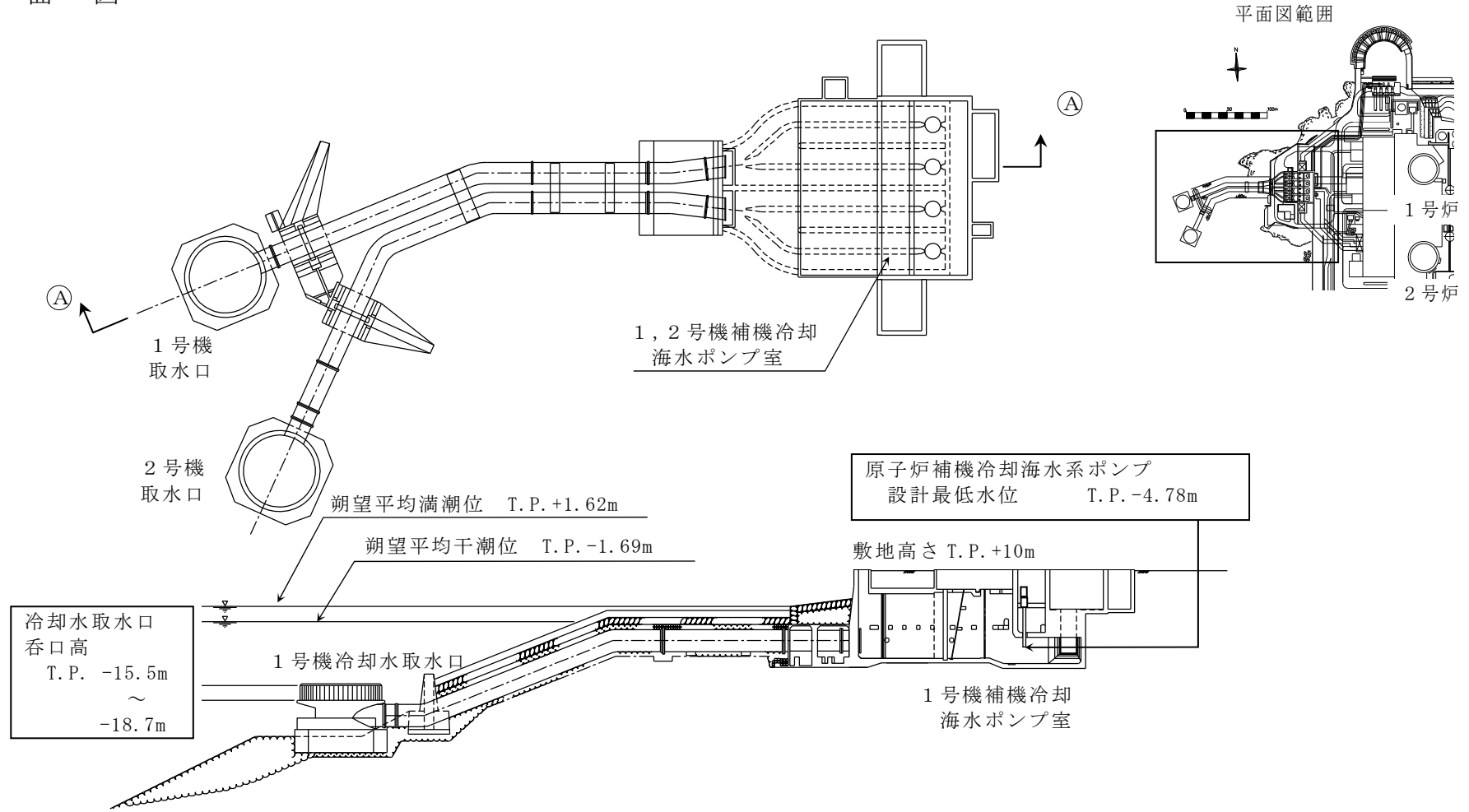


第 3.3-9 図 敷地前面海域の断層群による地震津波の初期鉛直変位分布および水位の時系列変化 (最大水位上昇時 : 詳細パラメータスタディ)



第 3.3-10 図 敷地前面海域の断層群による地震津波の初期鉛直変位分布および水位の時系列変化（最大水位下降時：詳細パラメータスタディ）

平面図



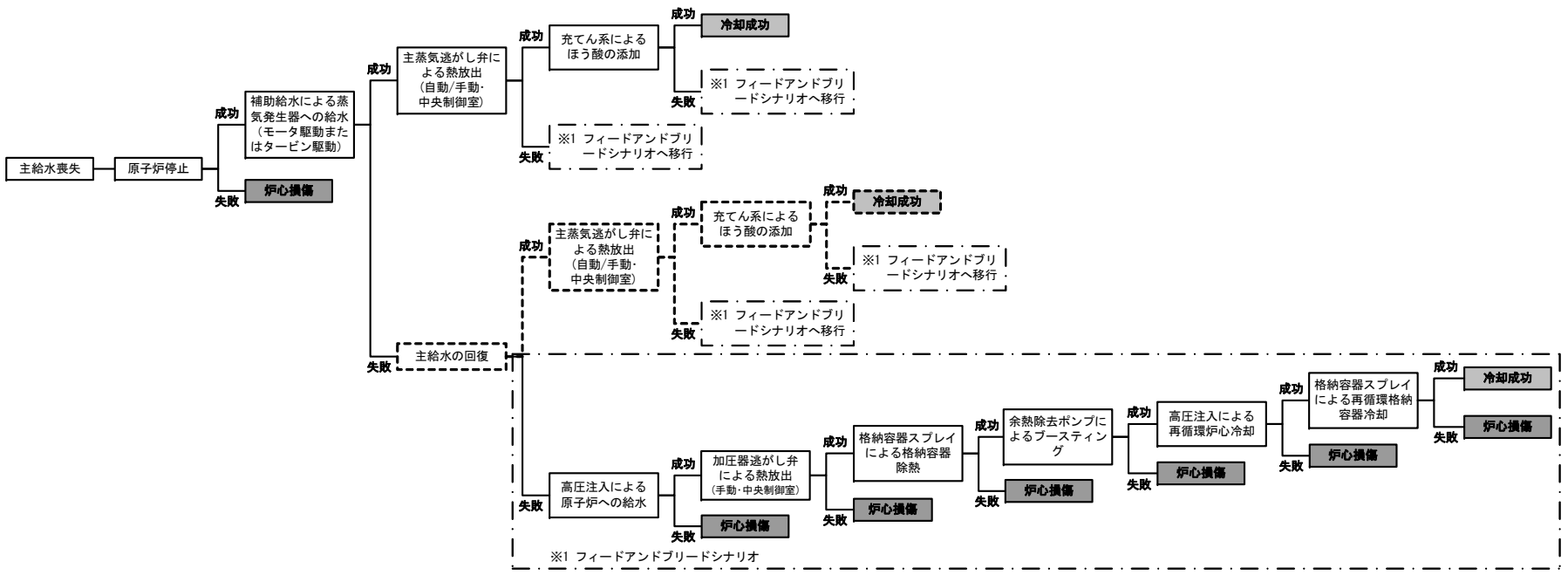
① - ① 断面図

第 4.2-1 図 取水設備概要図

本評価における対象設備等の耐震重要度分類と評価上の扱い

耐震 クラス	設備等の名称	本評価での扱い	
		評価対象 (炉心/SFP)	評価上の扱いに係る説明
S	a. 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系		
	・原子炉容器	対象外	原子炉格納容器は水密化されており、津波単独事象で、これらの機能が喪失することはないと評価(※1)
	・蒸気発生器	対象外	
	・1次冷却材ポンプ	対象外	
・加圧器	対象外		
S	b. 使用済燃料を貯蔵するための施設		
	・使用済燃料ピット	対象(SFP)	—
	・使用済燃料ピット補給水系	対象(SFP)	—
B	・使用済燃料ピット冷却系	対象(SFP)	—
S	c. 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、および原子炉の停止状態を維持するための施設		
	・制御棒クラスタおよび制御棒駆動装置	対象外	※1
	・ほう酸注入(移送)系	対象(炉心)	—
S	d. 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設		
	・主蒸気系(蒸気発生器～主蒸気隔離弁)	対象(炉心)	—
	・主給水系(主給水逆止弁～蒸気発生器)	対象(炉心)	—
	・補助給水系	対象(炉心)	—
	・復水タンク	対象(炉心)	—
	・余熱除去系	対象(炉心)	—
S	e. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設		
	・安全注入系	対象(炉心)	—
	・余熱除去系(ECCS)	対象(炉心)	—
	・燃料取替用水タンク	対象(炉心/SFP)	—
S	f. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設		
	・原子炉格納容器	対象外	※1
S	g. 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設で上記f.以外の施設		
	・格納容器スプレイ系	対象(炉心)	—
	・燃料取替用水タンク(再掲)	対象(炉心/SFP)	—
S	h. 補助設備		
	・原子炉補機冷却水系	対象(炉心/SFP)	—
	・原子炉補機冷却海水系	対象(炉心/SFP)	—
	・非常用電源	対象(炉心/SFP)	—
	・計装設備	対象(炉心/SFP)	—
	・制御用空気系	対象(炉心)	—
その他	i. 建屋、波及的影響を考慮すべき設備など		
	・耐震B, Cクラス設備(上記「使用済燃料ピット冷却系」を除く)	対象(炉心/SFP)	起因事象、影響緩和機能に関連のあるもの

起因事象：主給水喪失



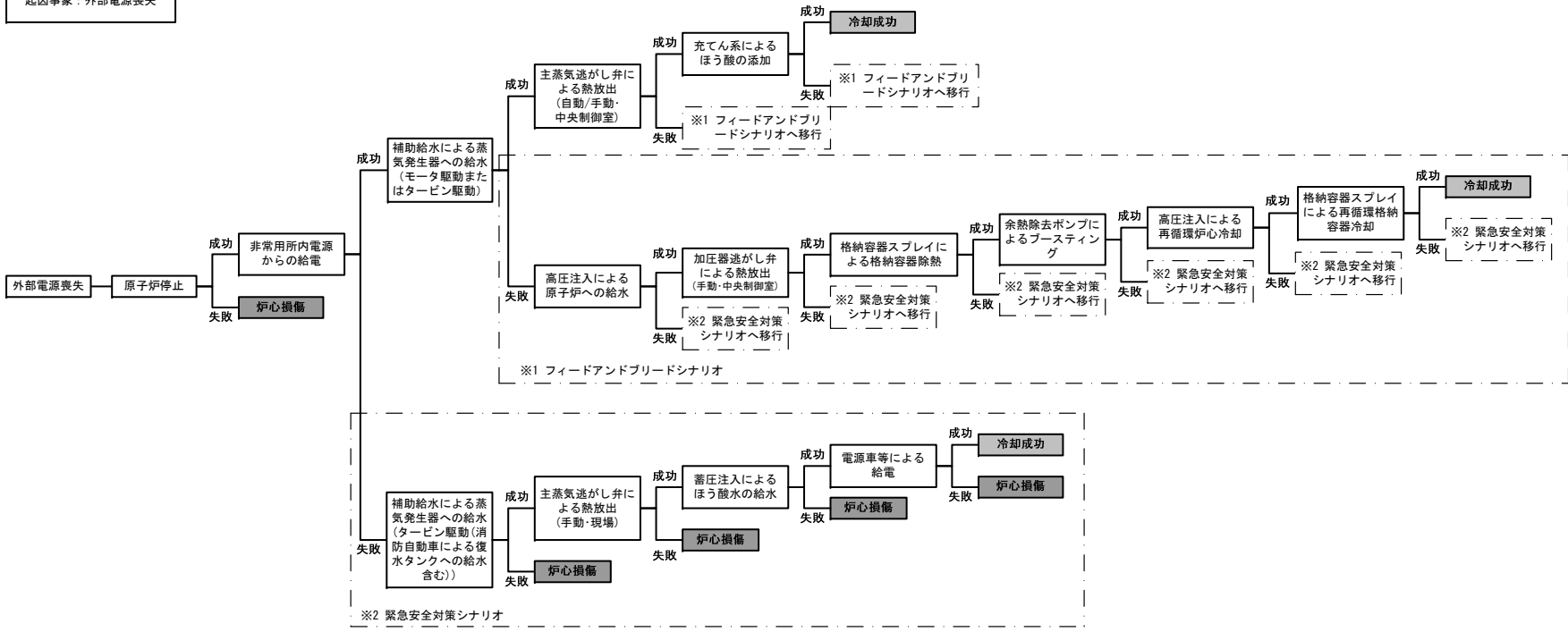
※1 フィードアンドブリードシナリオ

※：破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

4-2-72

各起因事象におけるイベントツリー（津波：炉心損傷）

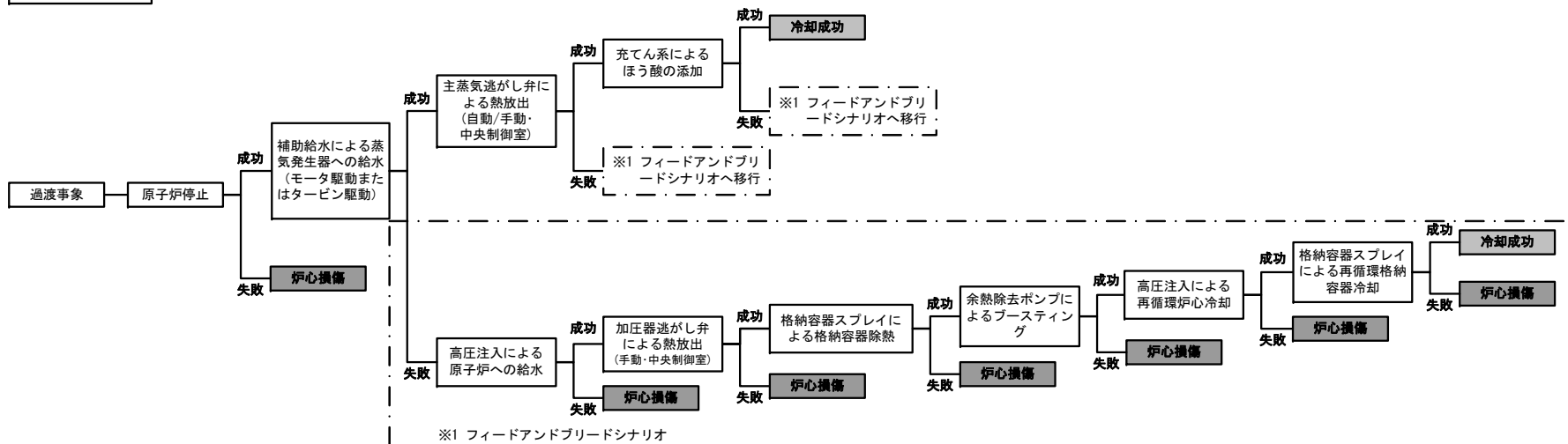
起因事象：外部電源喪失



4-2-73

各起因事象におけるイベントツリー（津波：炉心損傷）

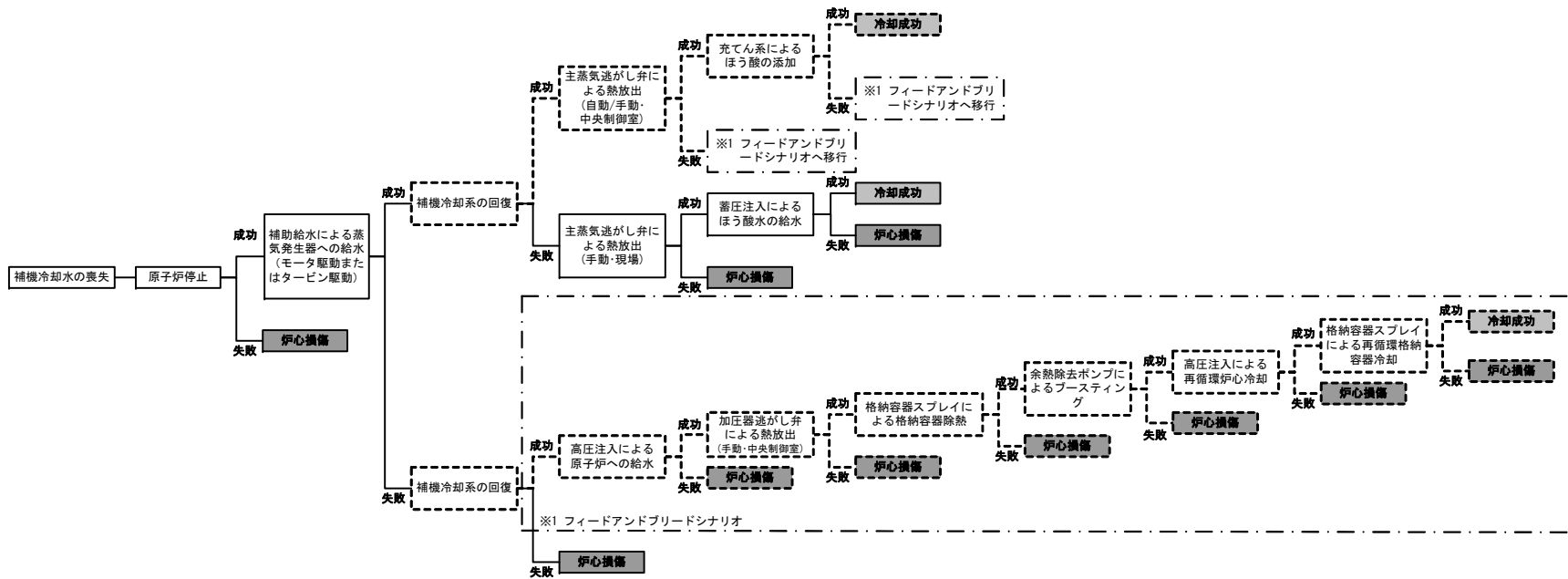
起因事象：過渡事象



4-2-74

各起因事象におけるイベントツリー (津波：炉心損傷)

起因事象：補機冷却水の喪失

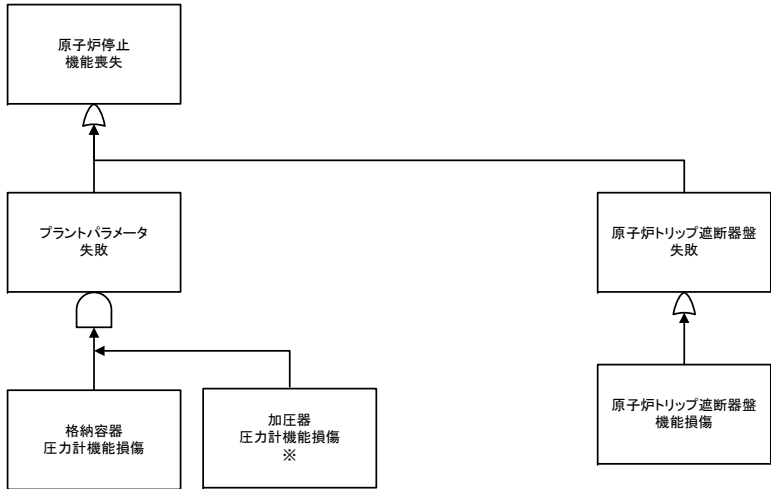


※：破線は一度機能喪失した緩和系は回復しないという前提において、起因事象発生と同時に喪失する成功パスを示すもの

各起因事象におけるイベントツリー（津波：炉心損傷）

原子炉停止（フロントライン系）

4-2-76



凡例

- : AND条件
- : OR条件
- : サポート系

各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
- ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
- ②440V AC電源(D/G)(17/26)
- ②440V AC電源(電源車)(17/26)
- ③125V DC電源(D/G)(18/26)
- ③125V DC電源(電源車)(19/26)
- ④115V AC計装用電源(D/G)(20/26)
- ④115V AC計装用電源(電源車)(20/26)
- ⑤非常用所内電源(21/26)
- ⑥CCW(22/26)
- ⑦海水系(23/26)
- ⑧制御用空気系(24/26)
- ⑨再循環切替(25/26)
- ⑩RWST(26/26)

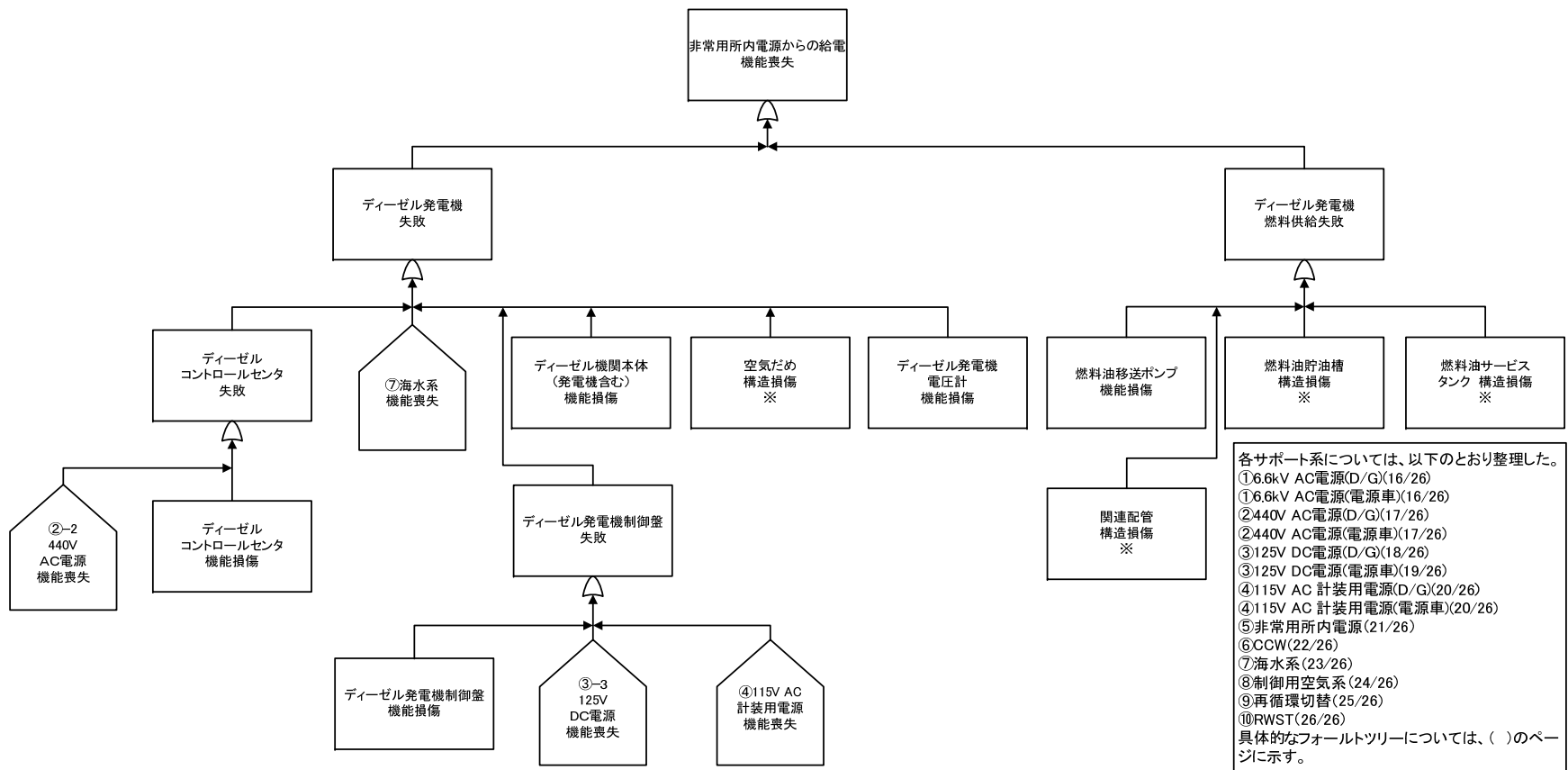
具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

注
 上記のうち①～④の電源系において、(D/G)とは、非常用所内電源からの給電を想定し、(電源車)とは電源車からの給電を想定している。
 次ページ以降同様

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

非常用所内電源からの給電 (フロントライン系)



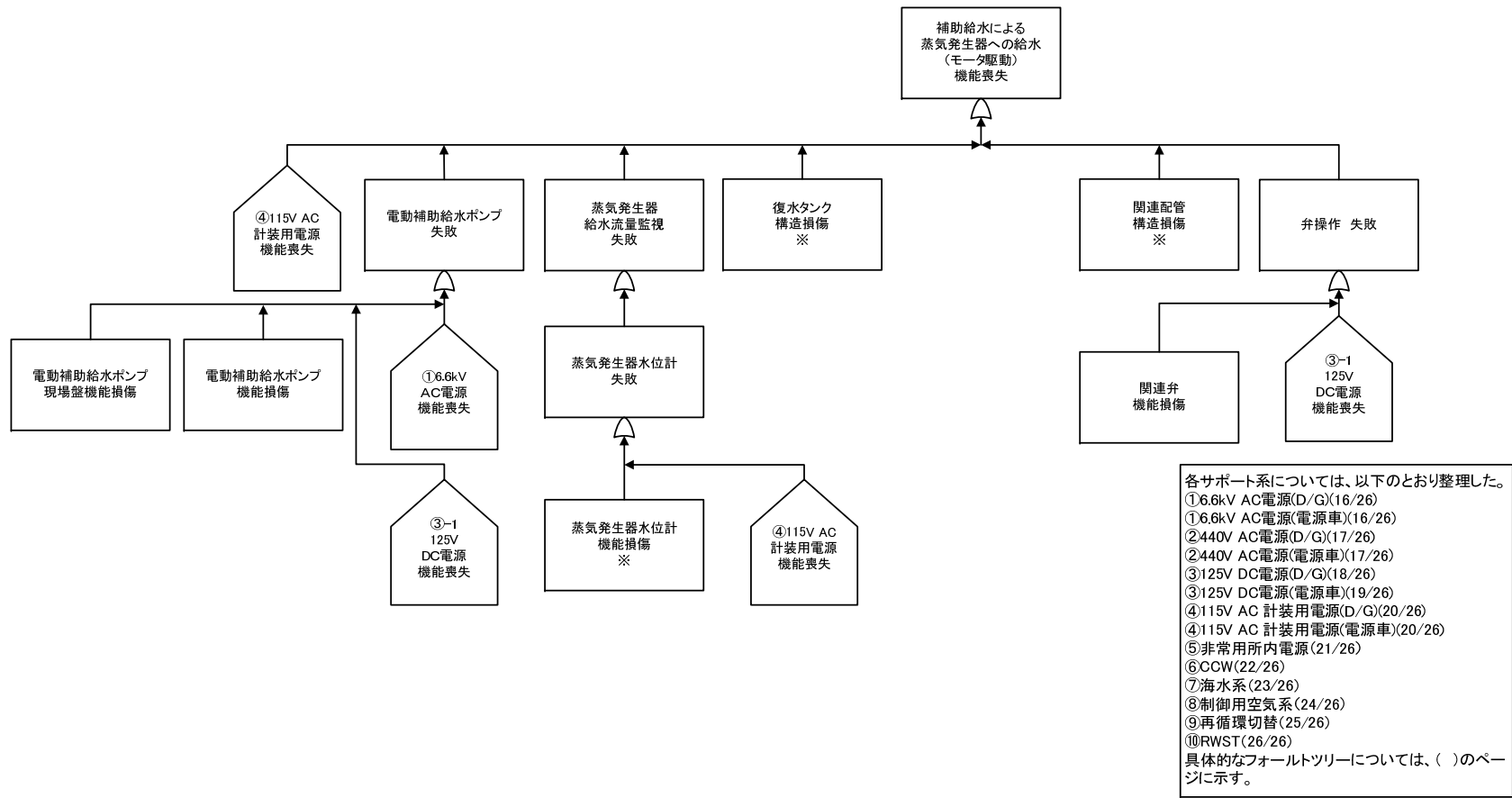
※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

4-2-77

添付資料-4. 2. 4 (2/26)

補助給水による蒸気発生器への給水（モータ駆動）（フロントライン系）

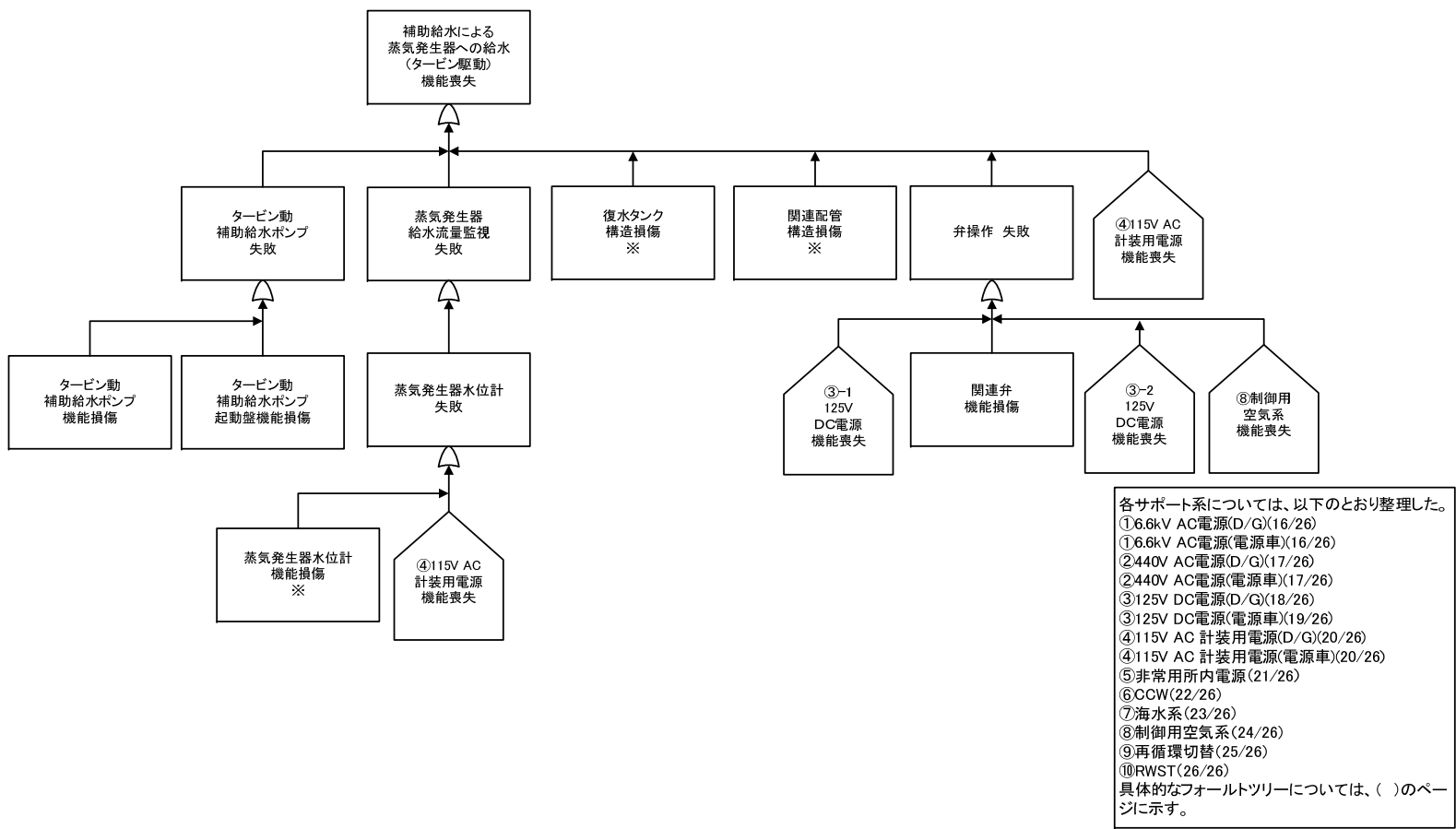


各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ②440V AC電源(D/G)(17/26)
 ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 ④115V AC 計装用電源(D/G)(19/26)
 ⑤非常用所内電源(21/26)
 ⑥CCW(22/26)
 ⑦海水系(23/26)
 ⑧制御用空気系(24/26)
 ⑨再循環切替(25/26)
 ⑩RWST(26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

補助給水による蒸気発生器への給水（タービン駆動）（フロントライン系）



各サポート系については、以下のとおり整理した。

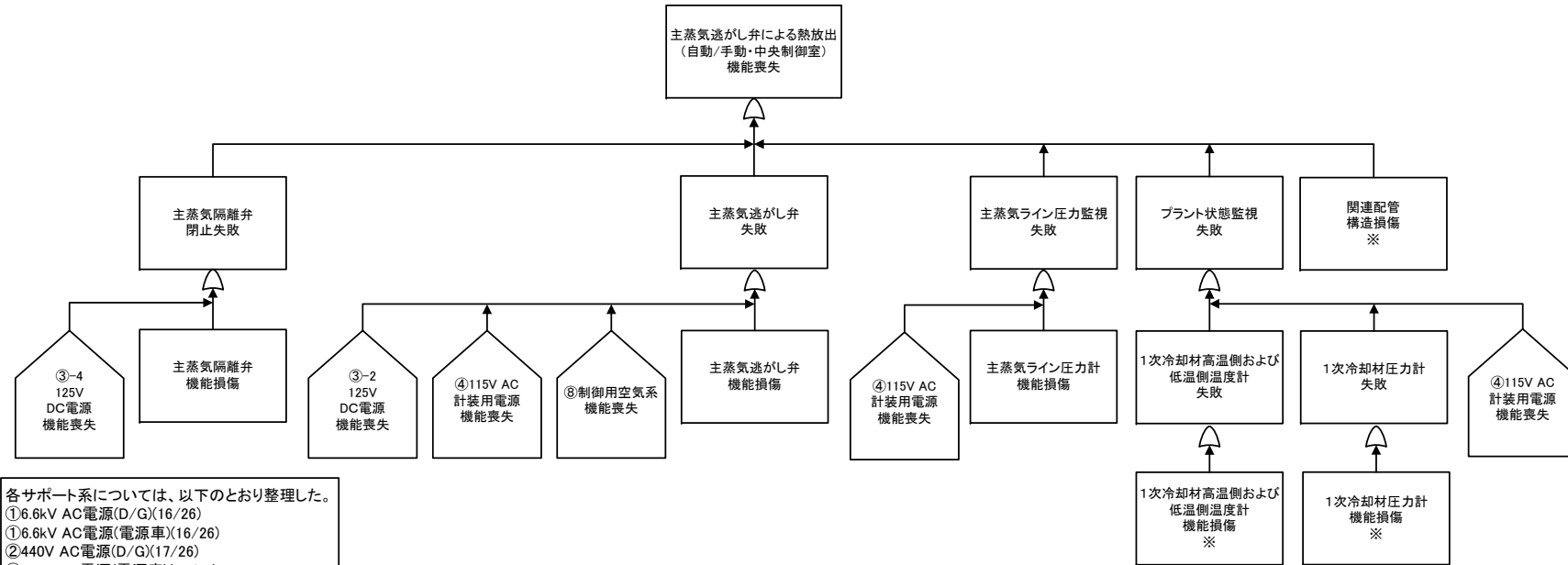
- ①)6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
- ①)6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
- ②)440V AC電源(D/G)(17/26)
- ②)440V AC電源(電源車)(17/26)
- ③)125V DC電源(D/G)(18/26)
- ③)125V DC電源(電源車)(19/26)
- ④)115V AC 計装用電源(D/G)(20/26)
- ④)115V AC 計装用電源(電源車)(20/26)
- ⑤)非常用所内電源 (21/26)
- ⑥)CCW(22/26)
- ⑦)海水系 (23/26)
- ⑧)制御用空気系 (24/26)
- ⑨)再循環切替 (25/26)
- ⑩)RWST(26/26)

具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

主蒸気逃がし弁による熱放出（自動/手動・中央制御室）（フロントライン系）

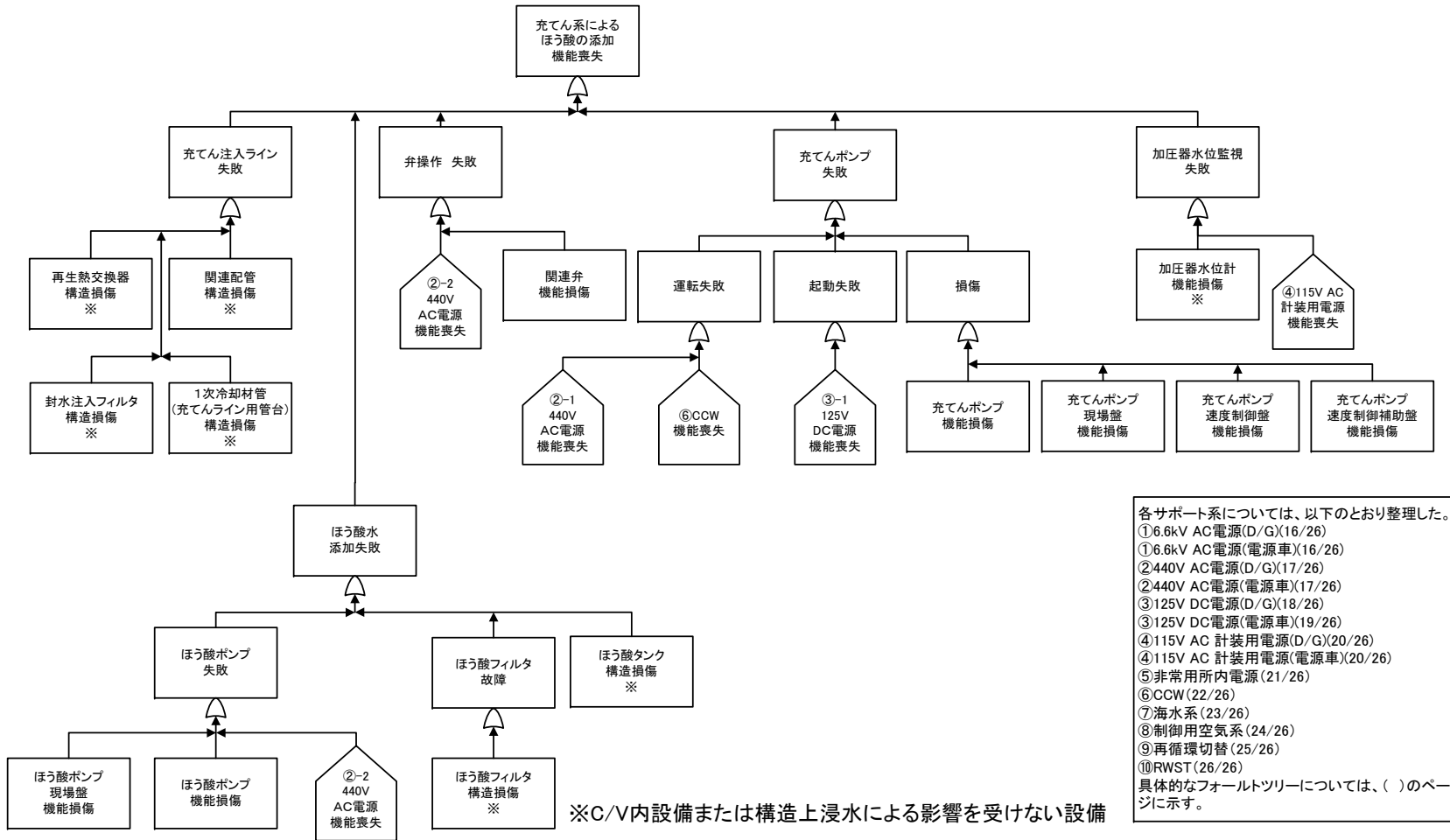


各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ②440V AC電源(電源車)(17/26)
 ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 ④115V AC計装用電源(D/G)(20/26)
 ⑤非常用所内電源(21/26)
 ⑥CCW(22/26)
 ⑦海水系(23/26)
 ⑧制御用空気系(24/26)
 ⑨再循環切替(25/26)
 ⑩RWST(26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

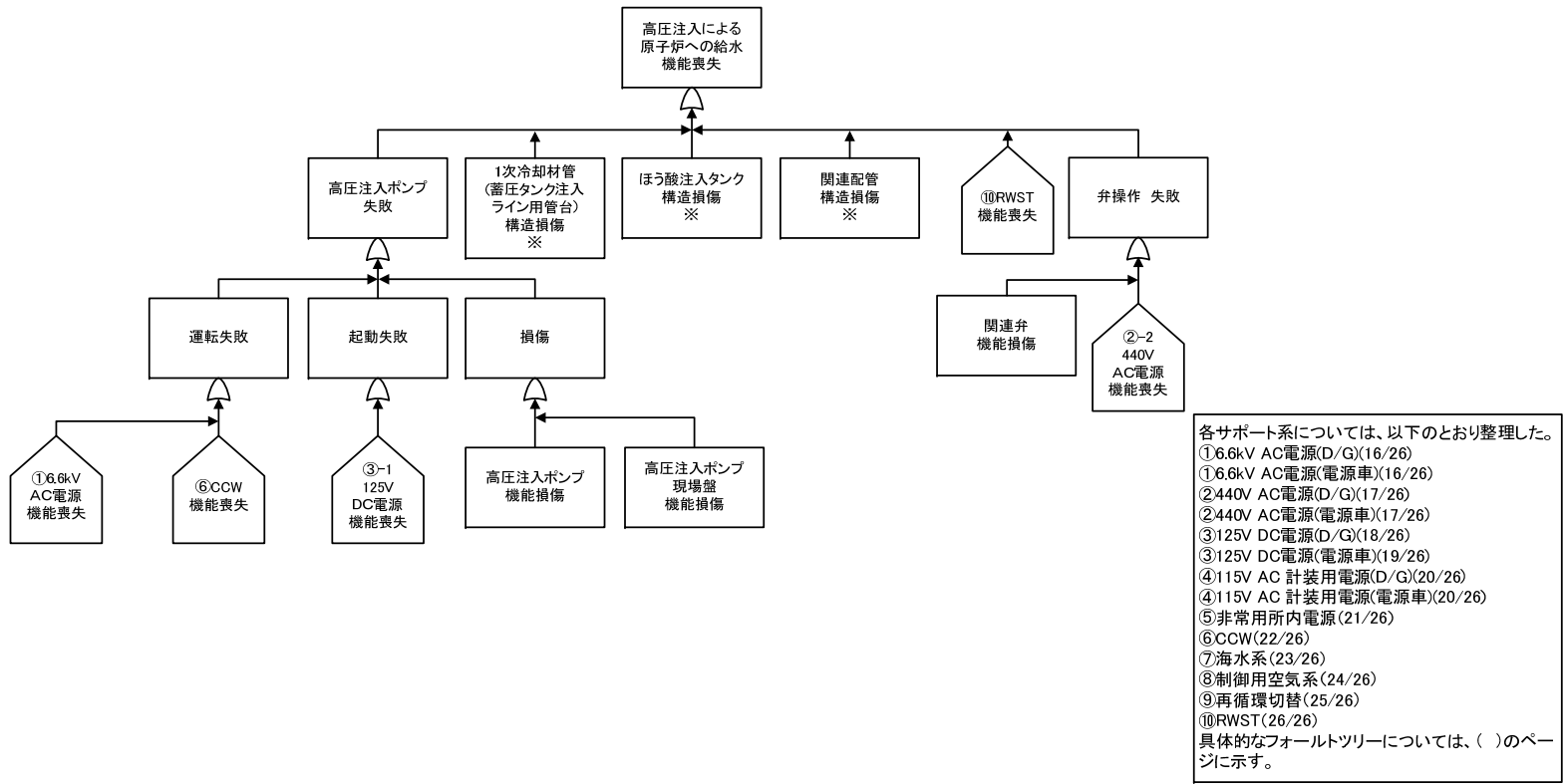
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

充てん系によるほう酸の添加 (フロントライン系)



各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

高圧注入による原子炉への給水（フロントライン系）

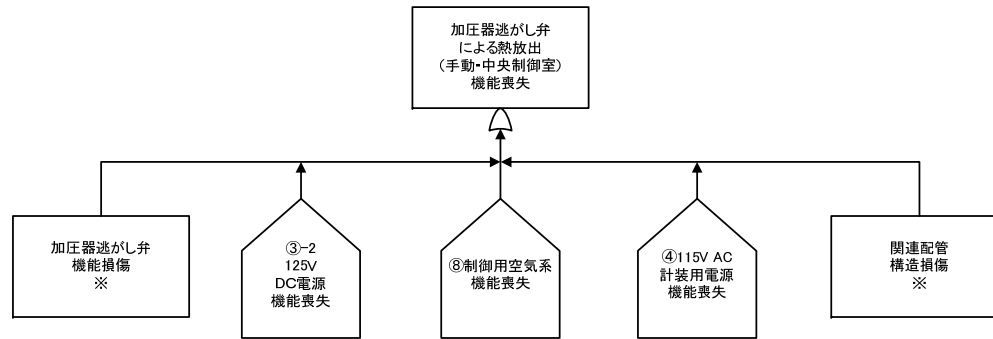


各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
 ②440V AC電源(D/G)(17/26)
 ②440V AC電源(電源車)(17/26)
 ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 ③125V DC電源(電源車)(19/26)
 ④115V AC計装用電源(D/G)(20/26)
 ④115V AC計装用電源(電源車)(20/26)
 ⑤非常用所内電源(21/26)
 ⑥CCW(22/26)
 ⑦海水系(23/26)
 ⑧制御用空気系(24/26)
 ⑨再循環切替(25/26)
 ⑩RWST(26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

加圧器逃がし弁による熱放出（手動・中央制御室）（フロントライン系）

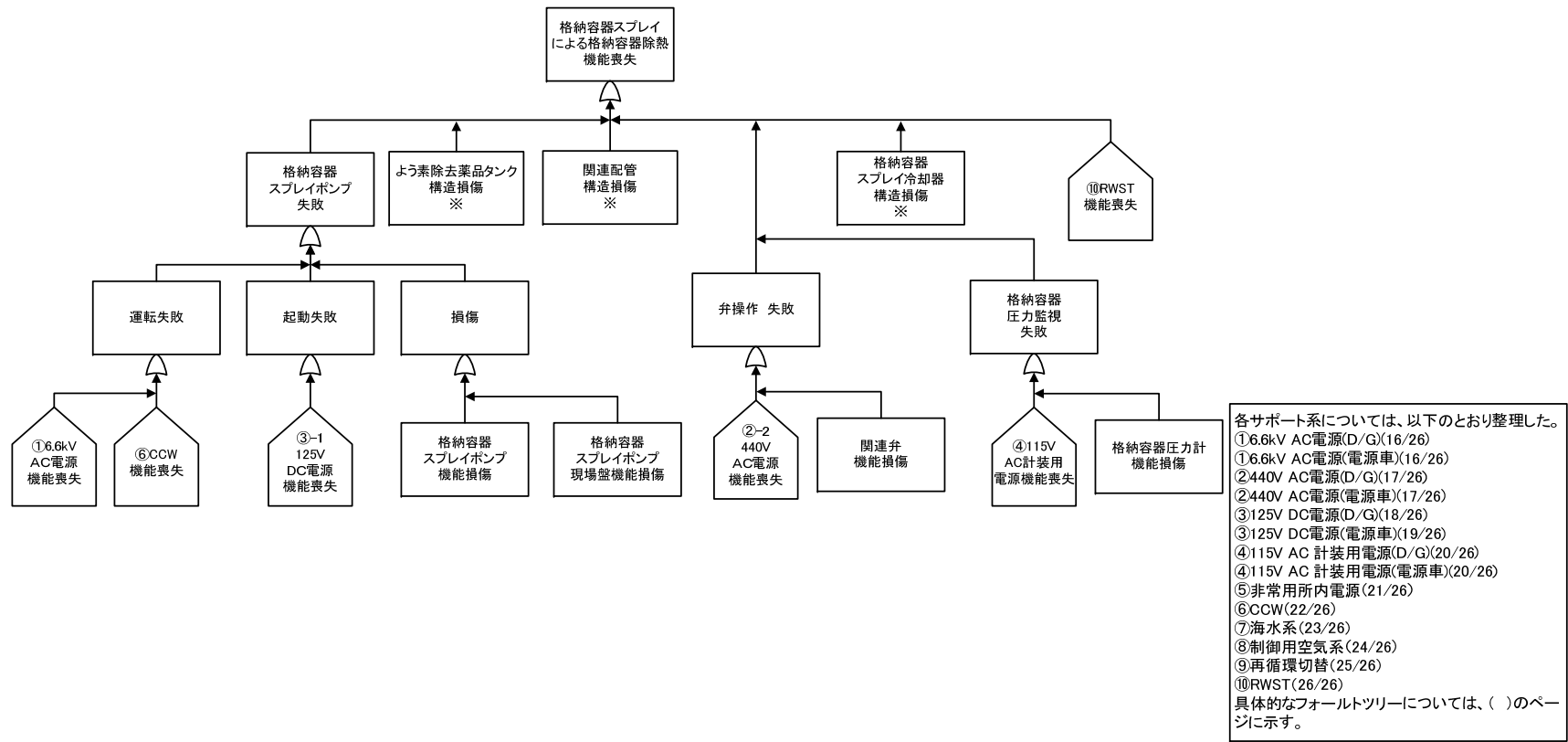


各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
 ②440V AC電源(D/G)(17/26)
 ②440V AC電源(電源車)(17/26)
 ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 ③125V DC電源(電源車)(19/26)
 ④115V AC 計装用電源(D/G)(20/26)
 ④115V AC 計装用電源(電源車)(20/26)
 ⑤非常用所内電源(21/26)
 ⑥CCW(22/26)
 ⑦海水系(23/26)
 ⑧制御用空気系(24/26)
 ⑨再循環切替(25/26)
 ⑩RWST(26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

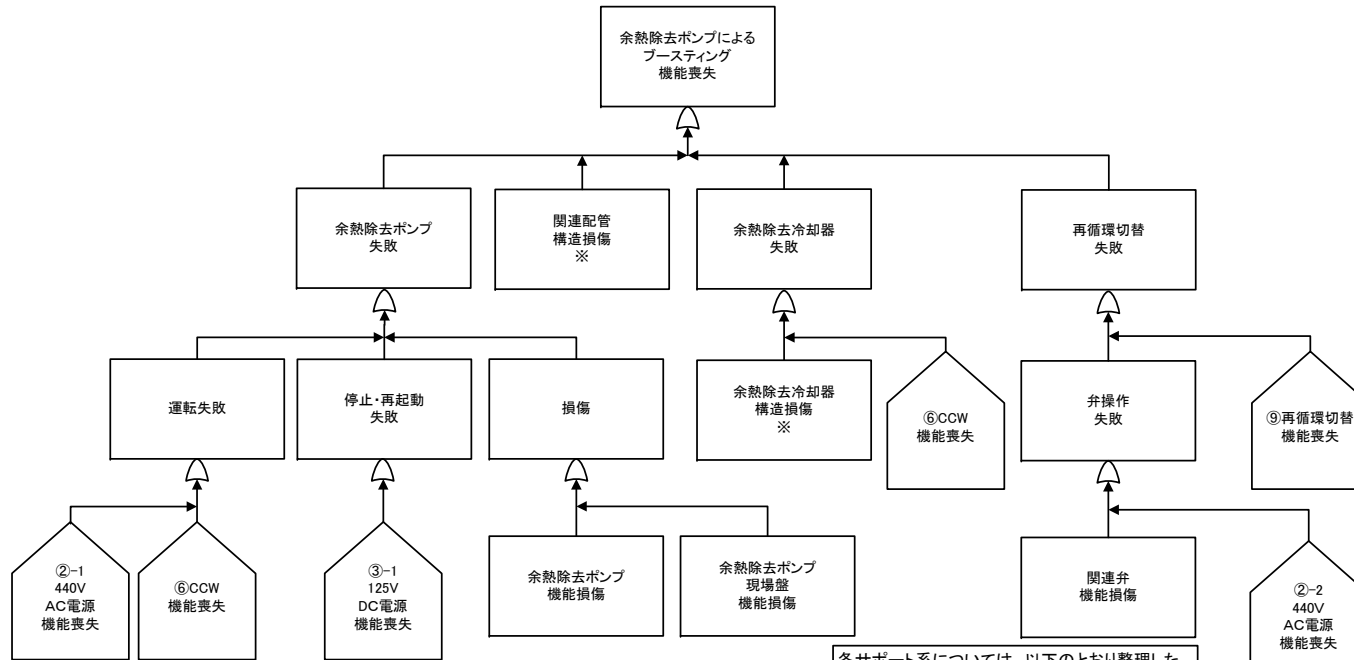
格納容器スプレイによる格納容器除熱（フロントライン系）



※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

余熱除去ポンプによるブースティング（フロントライン系）

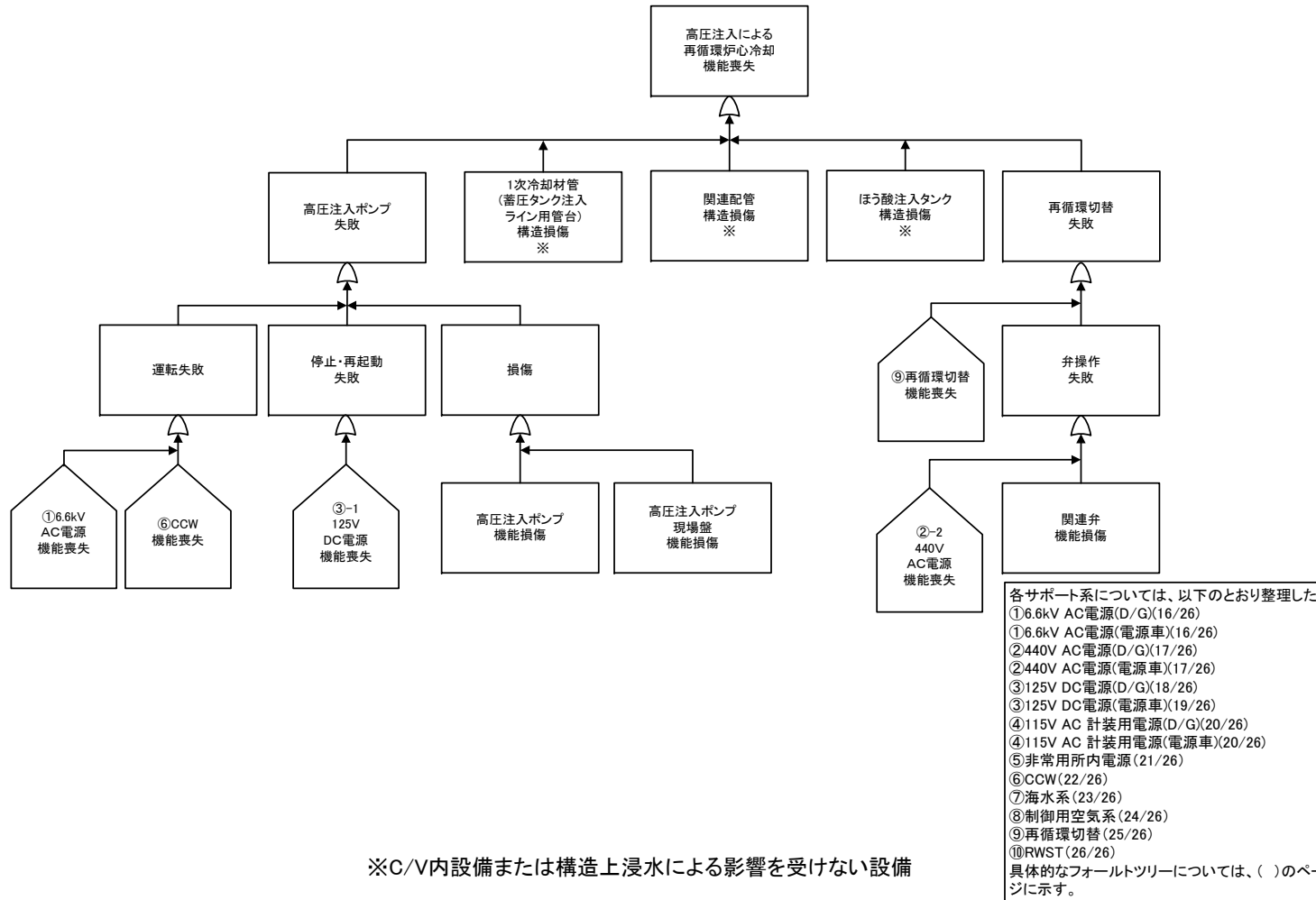


各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
 ②440V AC電源(D/G)(17/26)
 ②440V AC電源(電源車)(17/26)
 ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 ③125V DC電源(電源車)(19/26)
 ④115V AC計装用電源(D/G)(20/26)
 ④115V AC計装用電源(電源車)(20/26)
 ⑤非常用所内電源(21/26)
 ⑥CCW(22/26)
 ⑦海水系(23/26)
 ⑧制御用空気系(24/26)
 ⑨再循環切替(25/26)
 ⑩RWST(26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

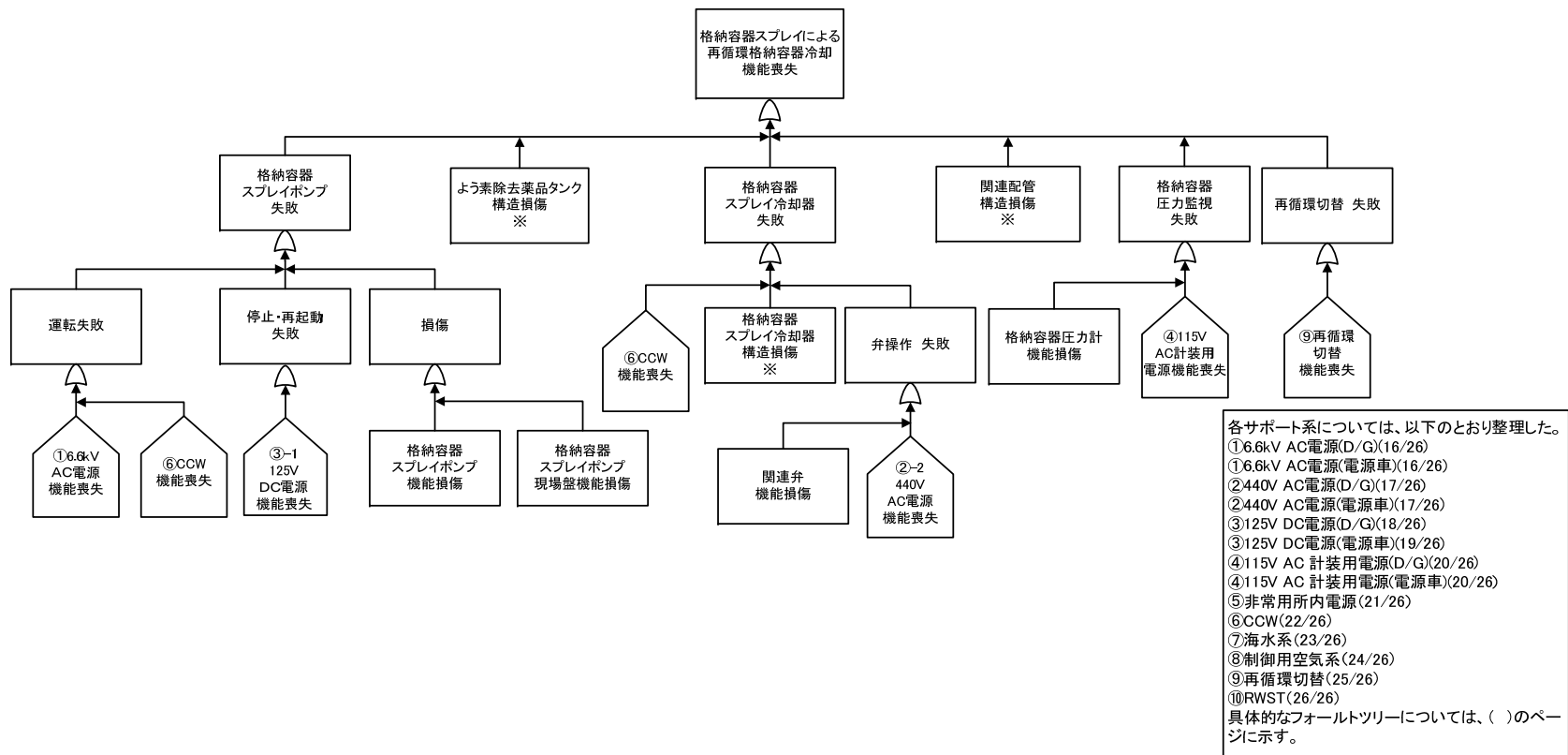
各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

高圧注入による再循環炉心冷却（フロントライン系）



各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

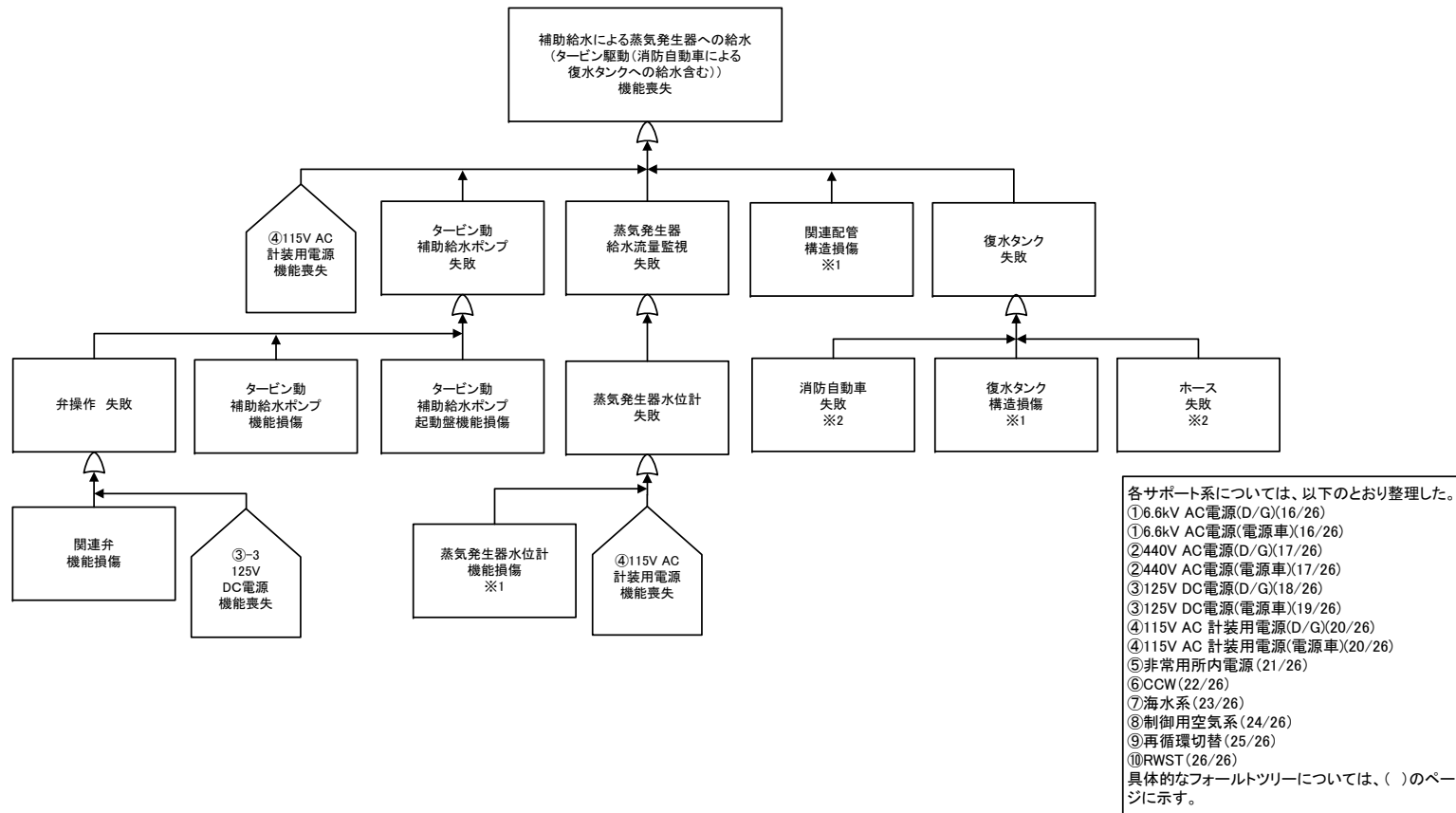
格納容器スプレイによる再循環格納容器冷却（フロントライン系）



※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

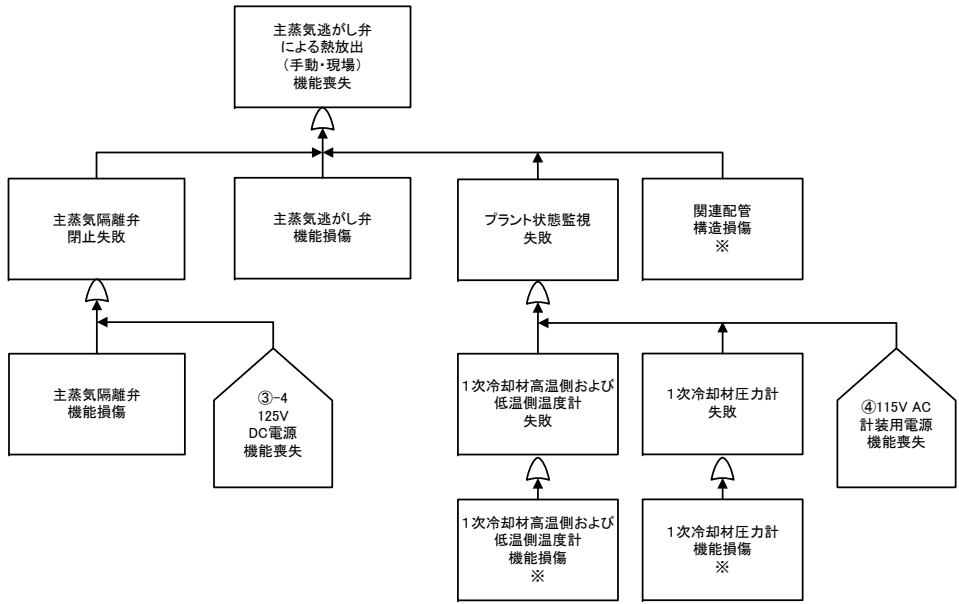
補助給水による蒸気発生器への給水（タービン駆動（消防自動車による復水タンクへの給水含む））
（フロントライン系）



※1: C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備
 ※2: 十分高い場所に保管されており、津波による影響を受けない。

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

主蒸気逃がし弁による熱放出（手動・現場）（フロントライン系）



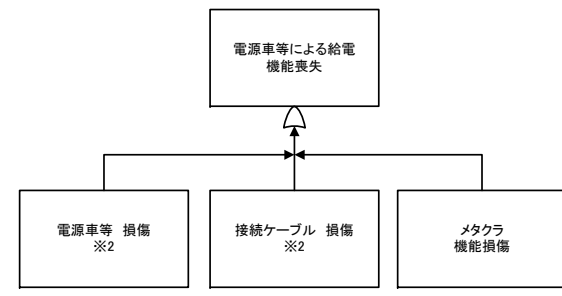
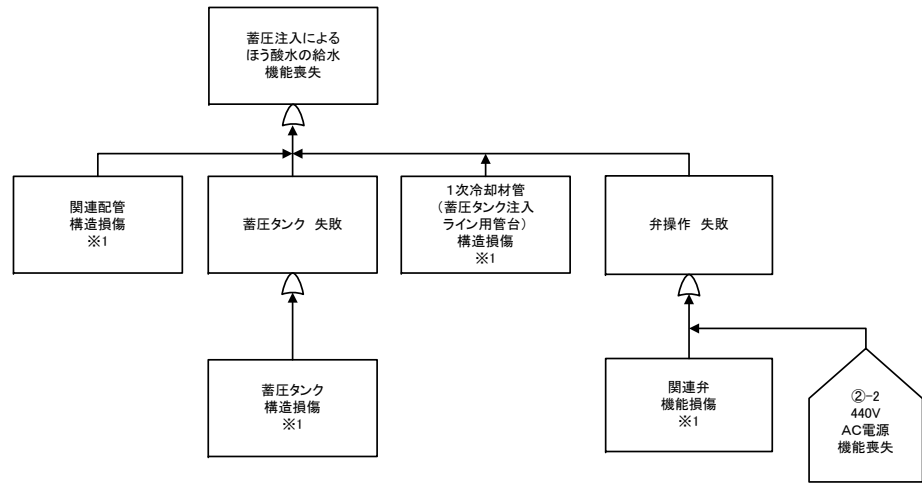
- 各サポート系については、以下のとおり整理した。
- ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 - ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
 - ②440V AC電源(D/G)(17/26)
 - ②440V AC電源(電源車)(17/26)
 - ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 - ③125V DC電源(電源車)(19/26)
 - ④115V AC計装用電源(D/G)(20/26)
 - ④115V AC計装用電源(電源車)(20/26)
 - ⑤非常用所内電源(21/26)
 - ⑥CCW(22/26)
 - ⑦海水系(23/26)
 - ⑧制御用空気系(24/26)
 - ⑨再循環切替(25/26)
 - ⑩RWST(26/26)
- 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー（津波：炉心損傷）

蓄圧注入によるほう酸水の給水 (フロントライン系)

電源車等による給電 (フロントライン系)

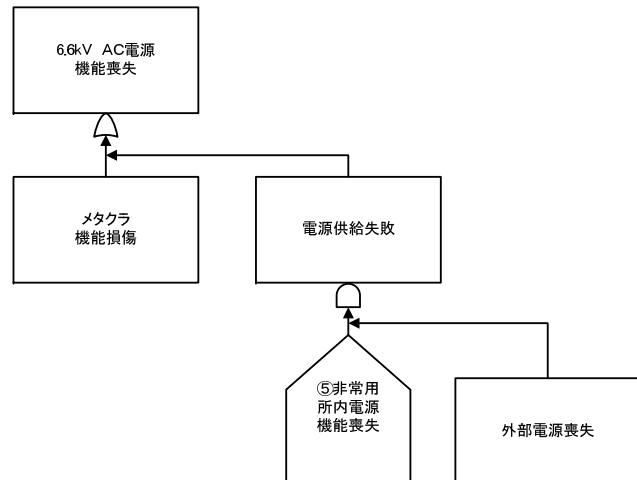


各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ②440V AC電源(電源車)(16/26)
 ③440V AC電源(D/G)(17/26)
 ④440V AC電源(電源車)(17/26)
 ⑤125V DC電源(D/G)(18/26)
 ⑥125V DC電源(電源車)(19/26)
 ⑦115V AC 計装用電源(D/G)(20/26)
 ⑧115V AC 計装用電源(電源車)(20/26)
 ⑨非常用所内電源 (21/26)
 ⑩CCW (22/26)
 ⑪海水系 (23/26)
 ⑫制御用空気系 (24/26)
 ⑬再循環切替 (25/26)
 ⑭RWST (26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

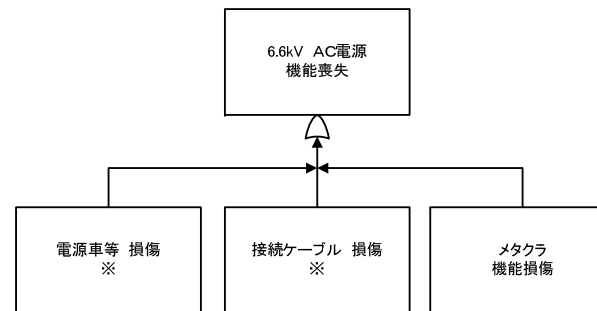
※1: C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備
 ※2: 十分高い場所に保管されており、津波による影響を受けない。

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

①6.6kV AC電源(D/G) (サポート系)



①6.6kV AC電源(電源車) (サポート系)



※十分高い場所に保管されており、津波による影響を受けない。

本フォールトツリーは、「電源車等による給電(フロントライン系)」と同じであることから、「各影響緩和機能の系統図」や「許容津波高さ評価結果」等は、「電源車等による給電(フロントライン系)」を参照のこと。

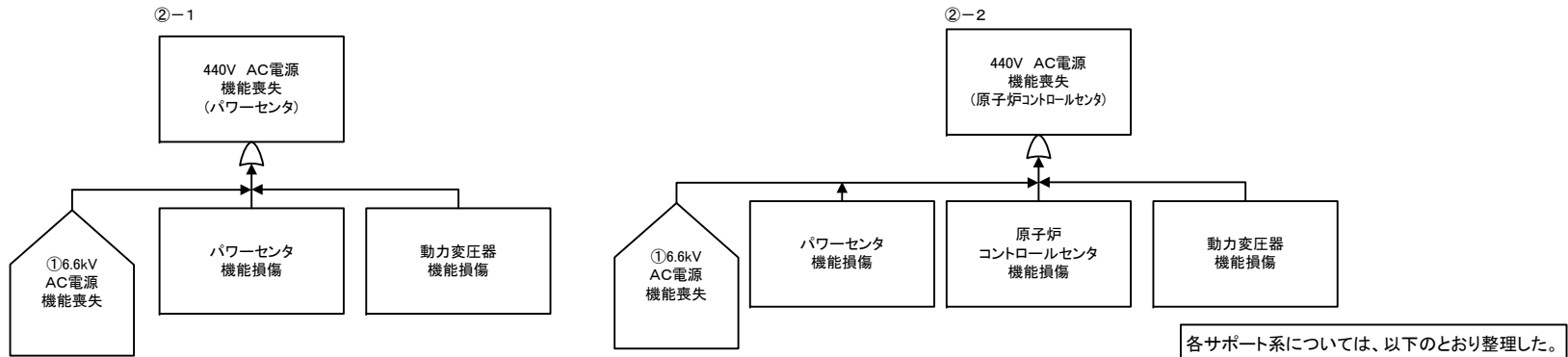
各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
- ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
- ②440V AC電源(D/G)(17/26)
- ②440V AC電源(電源車)(17/26)
- ③125V DC電源(D/G)(18/26)
- ③125V DC電源(電源車)(19/26)
- ④115V AC 計装用電源(D/G)(20/26)
- ④115V AC 計装用電源(電源車)(20/26)
- ⑤非常用所内電源 (21/26)
- ⑥CCW (22/26)
- ⑦海水系 (23/26)
- ⑧制御用空気系(24/26)
- ⑨再循環切替 (25/26)
- ⑩RWST (26/26)

具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

②440V AC電源(D/G) (サポート系)

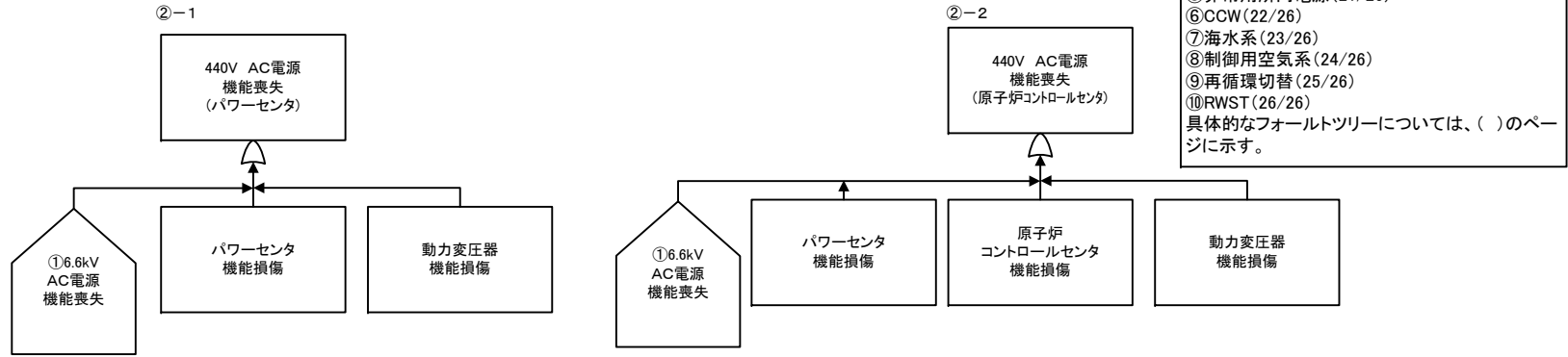


各サポート系については、以下のとおり整理した。

- ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
- ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
- ②440V AC電源(D/G)(17/26)
- ②440V AC電源(電源車)(17/26)
- ③125V DC電源(D/G)(18/26)
- ③125V DC電源(電源車)(19/26)
- ④115V AC 計装用電源(D/G)(20/26)
- ④115V AC 計装用電源(電源車)(20/26)
- ⑤非常用所内電源 (21/26)
- ⑥CCW (22/26)
- ⑦海水系 (23/26)
- ⑧制御用空気系 (24/26)
- ⑨再循環切替 (25/26)
- ⑩RWST (26/26)

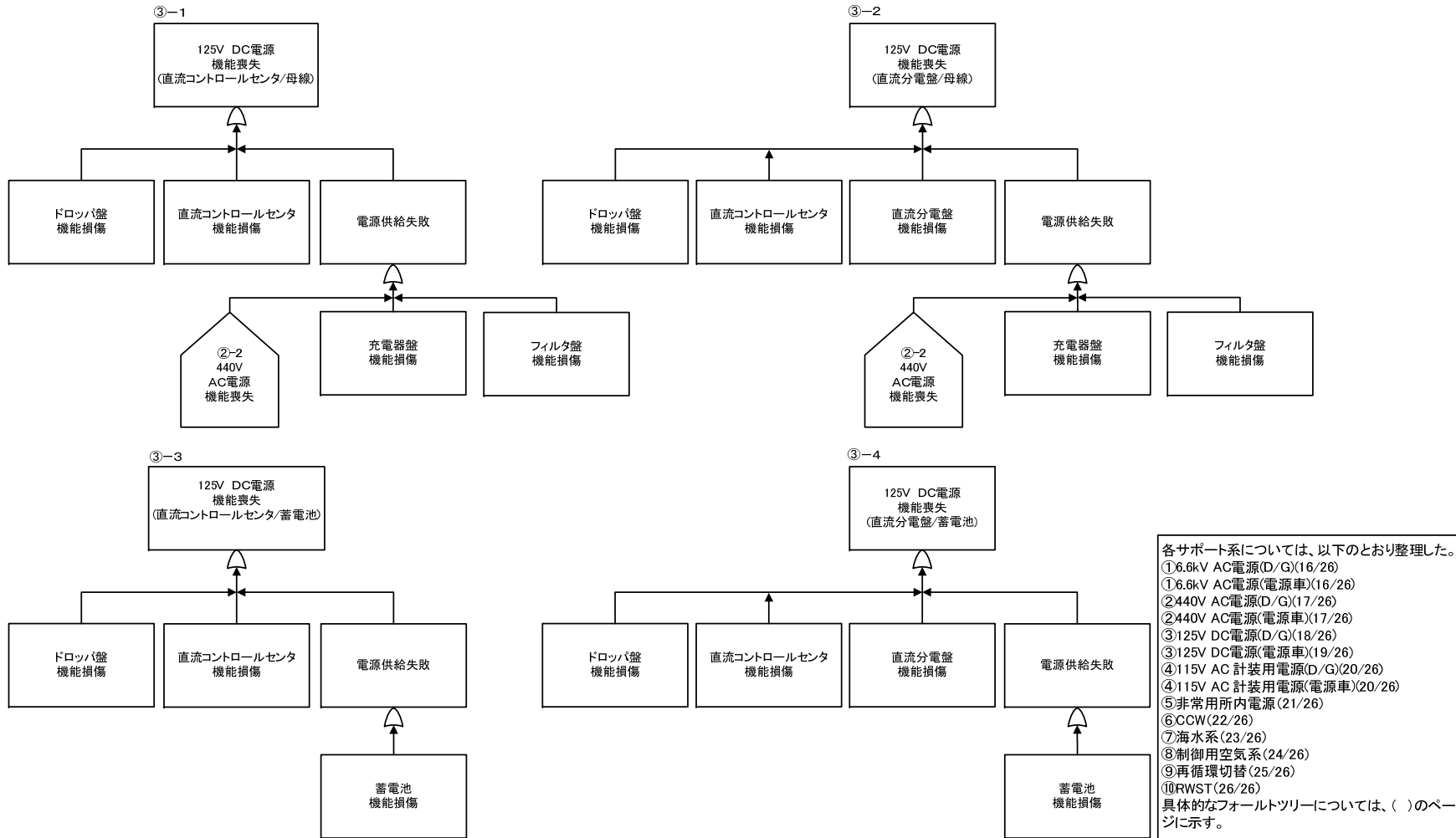
具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

②440V AC電源(電源車) (サポート系)



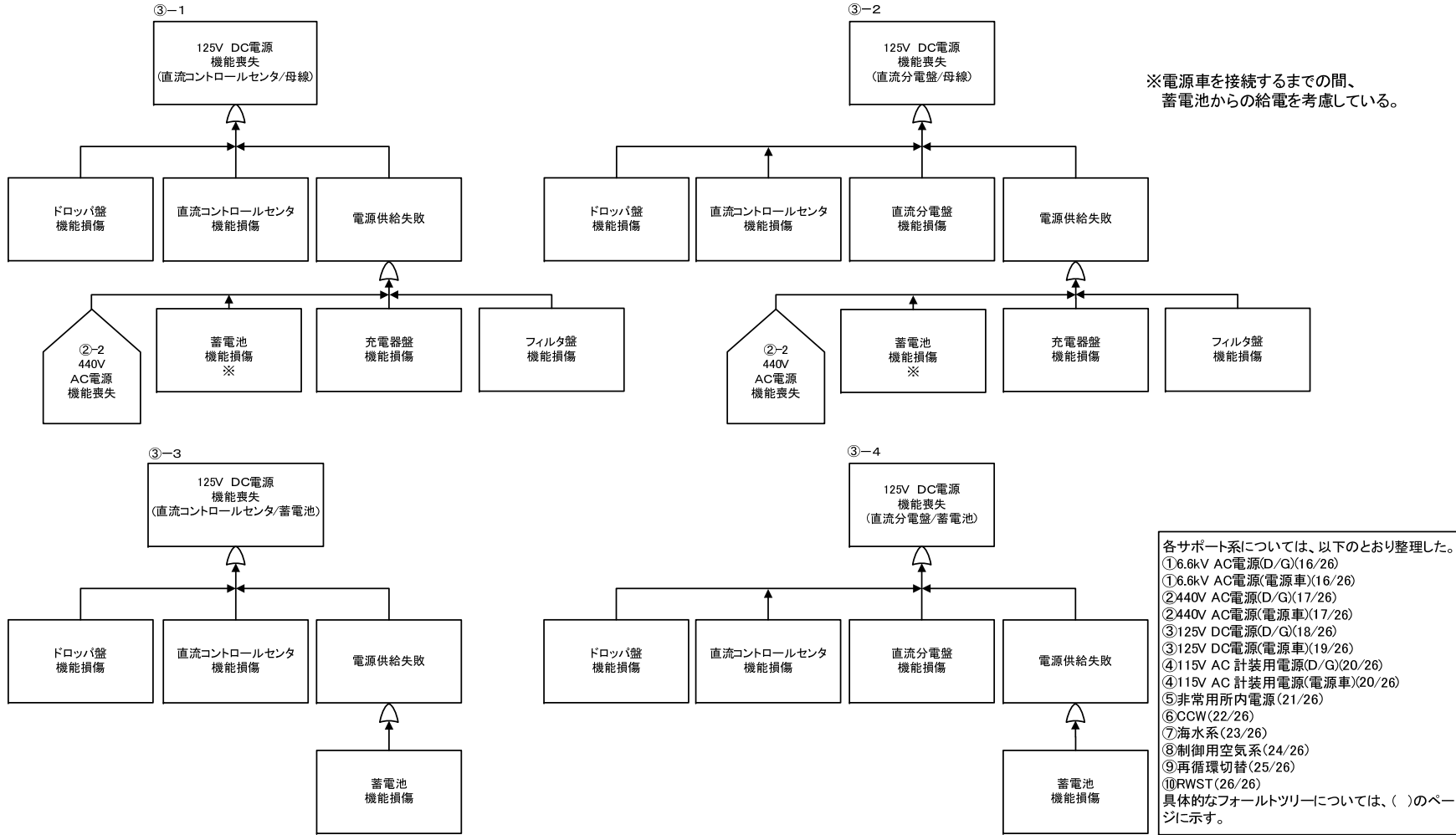
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

③125V DC電源 (D/G) (サポート系)



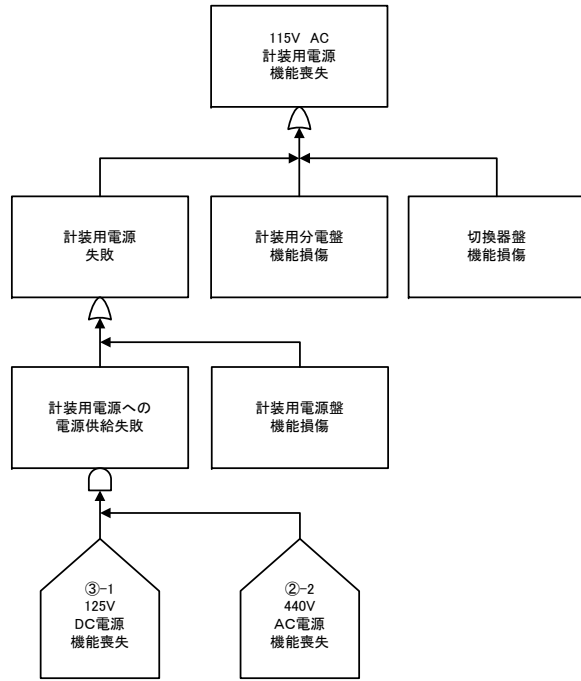
各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

③125V DC電源 (電源車) (サポート系)

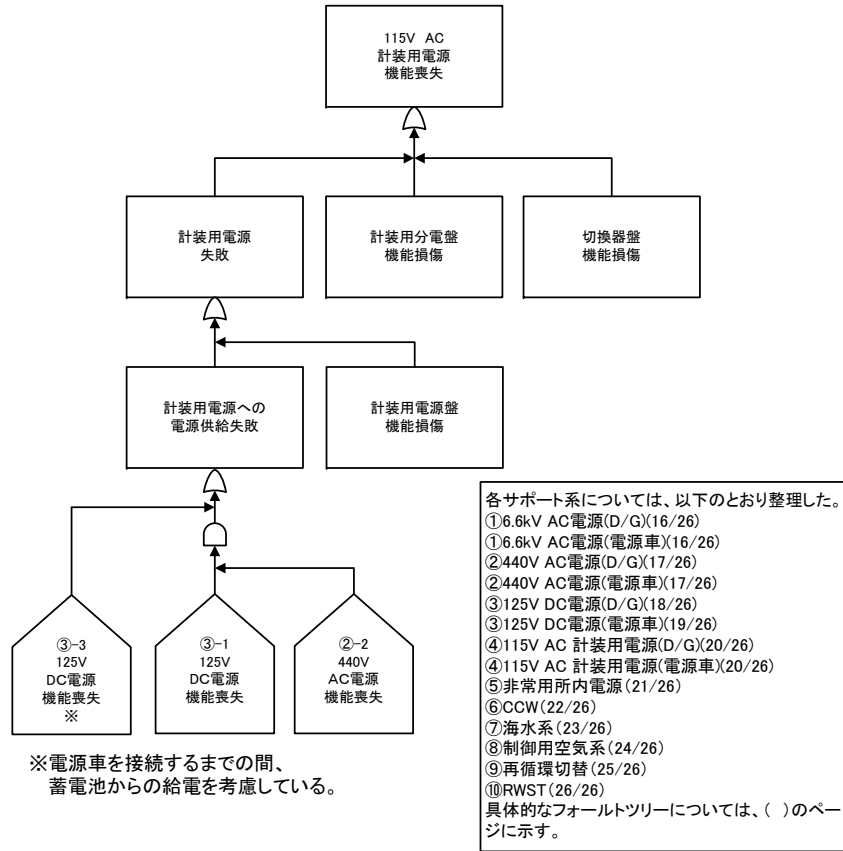


各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

④115V AC計装用電源 (D/G) (サポート系)

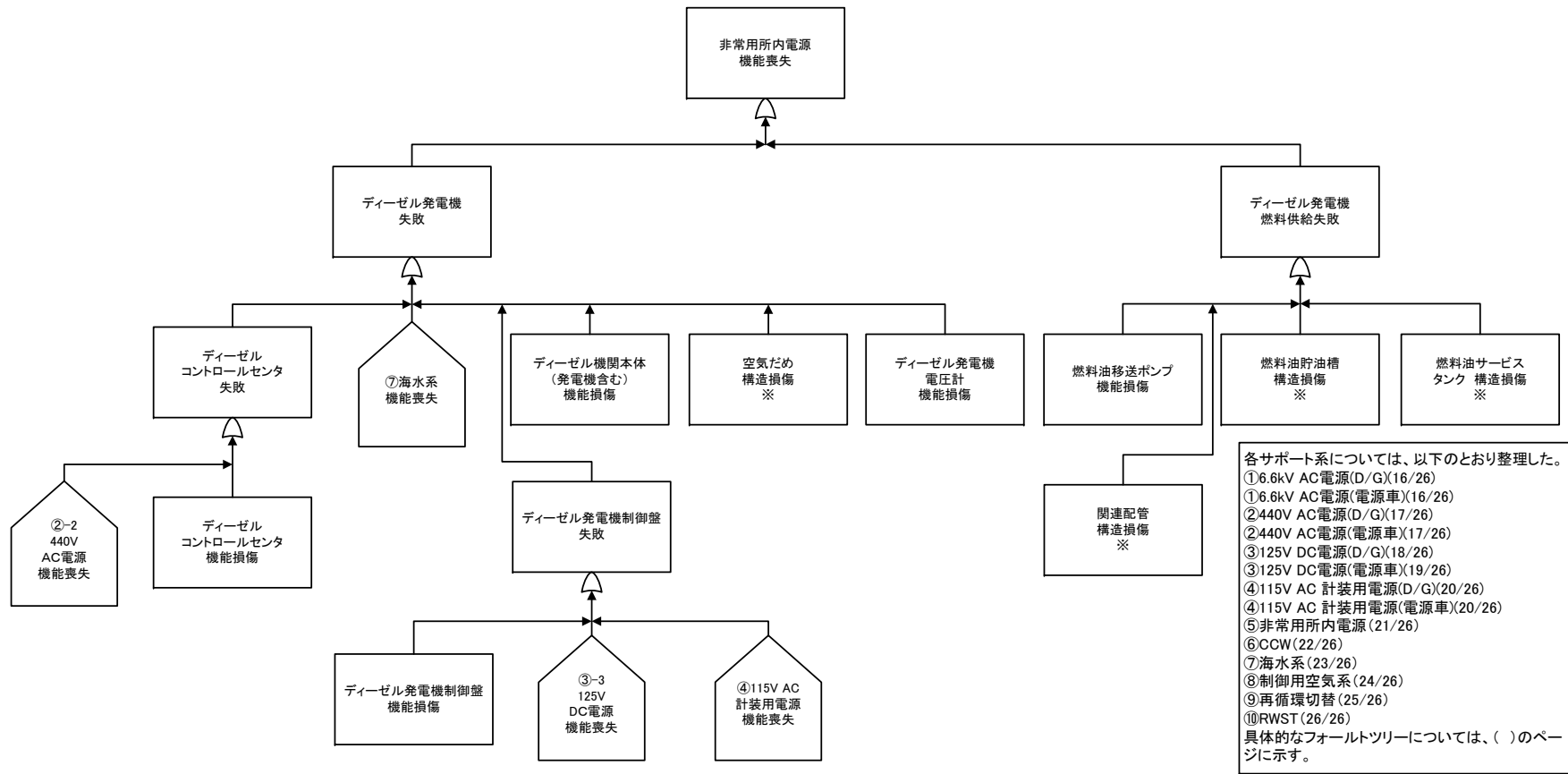


④115V AC計装用電源 (電源車) (サポート系)



⑤非常用所内電源 (サポート系)

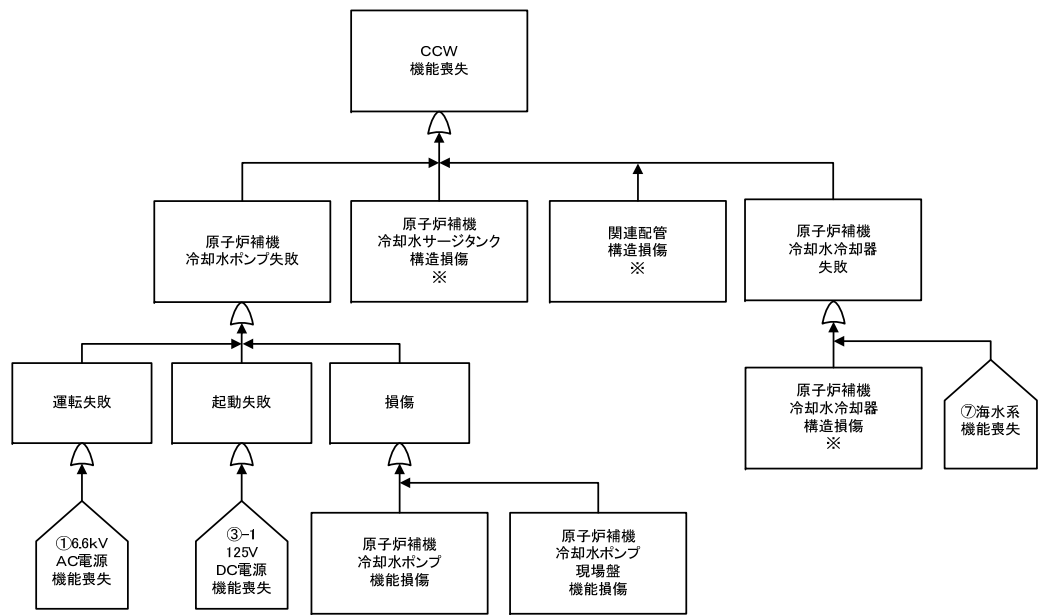
4-2-96



※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

⑥CCW (サポート系)

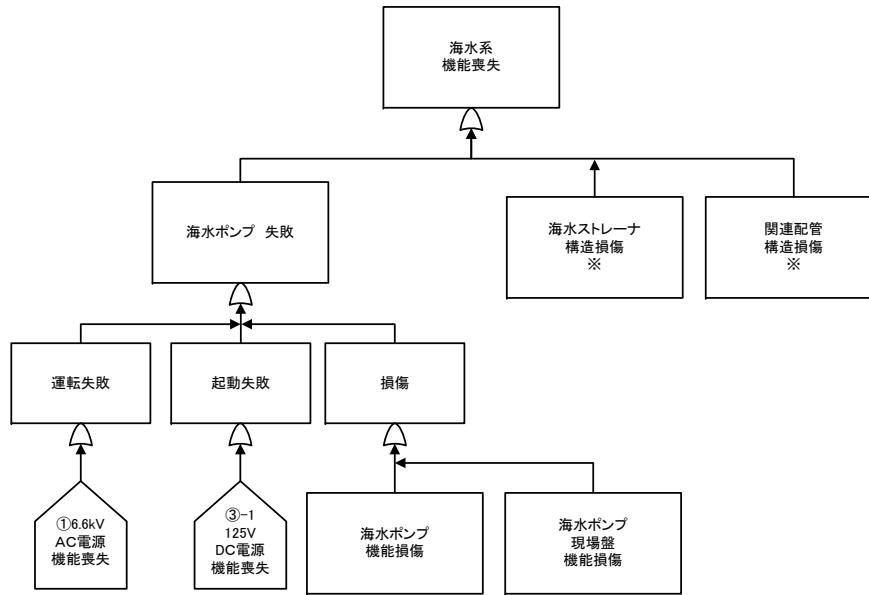


各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
 ②440V AC電源(D/G)(17/26)
 ②440V AC電源(電源車)(17/26)
 ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 ③125V DC電源(電源車)(19/26)
 ④115V AC 計装用電源(D/G)(20/26)
 ④115V AC 計装用電源(電源車)(20/26)
 ⑤非常用所内電源(21/26)
 ⑥CCW(22/26)
 ⑦海水系(23/26)
 ⑧制御用空気系(24/26)
 ⑨再循環切替(25/26)
 ⑩RWST(26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

⑦海水系 (サポート系)

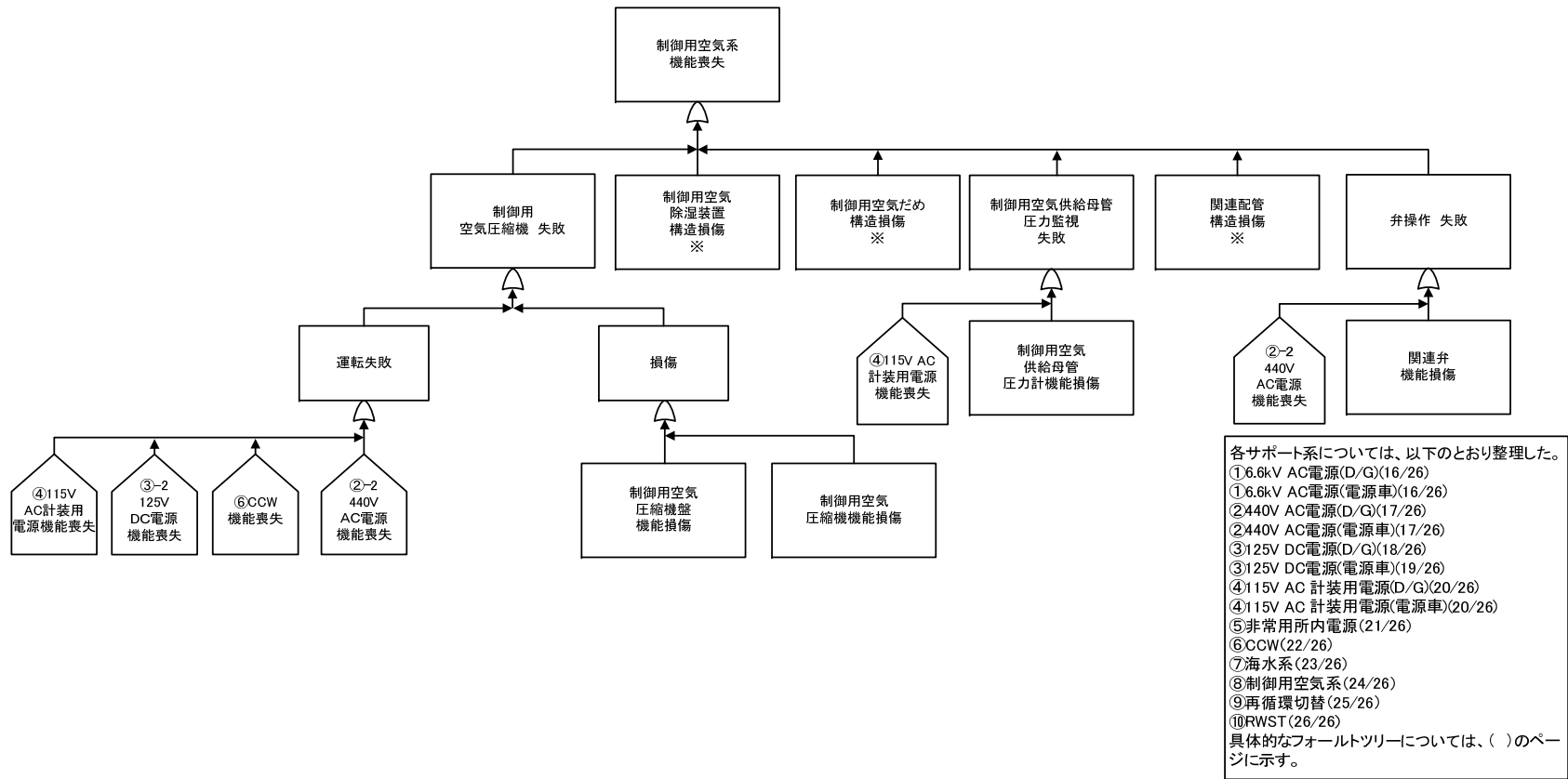


各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
 ②440V AC電源(D/G)(17/26)
 ②440V AC電源(電源車)(17/26)
 ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 ③125V DC電源(電源車)(19/26)
 ④115V AC計装用電源(D/G)(20/26)
 ④115V AC計装用電源(電源車)(20/26)
 ⑤非常用所内電源(21/26)
 ⑥CCW(22/26)
 ⑦海水系(23/26)
 ⑧制御用空気系(24/26)
 ⑨再循環切替(25/26)
 ⑩RWST(26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

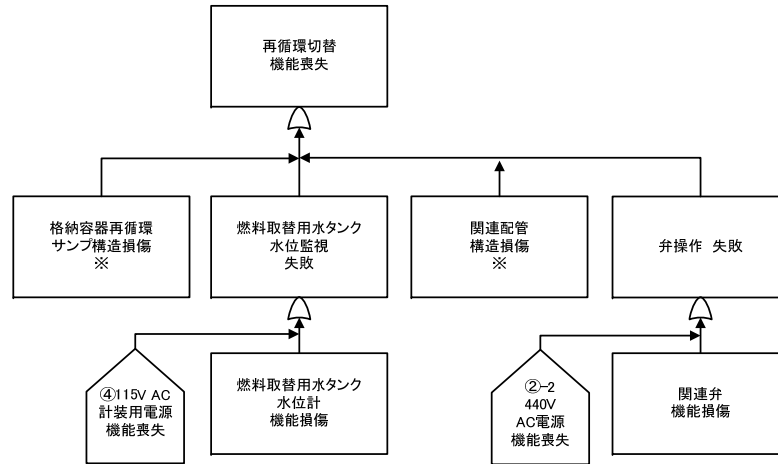
⑧制御用空気系 (サポート系)



※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

⑨再循環切替 (サポート系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。

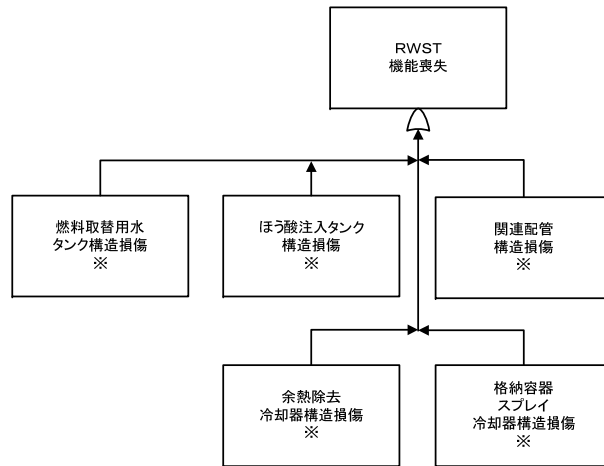
- ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
- ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
- ②440V AC電源(D/G)(17/26)
- ②440V AC電源(電源車)(17/26)
- ③125V DC電源(D/G)(18/26)
- ③125V DC電源(電源車)(19/26)
- ④115V AC 計装用電源(D/G)(20/26)
- ④115V AC 計装用電源(電源車)(20/26)
- ⑤非常用所内電源(21/26)
- ⑥CCW(22/26)
- ⑦海水系(23/26)
- ⑧制御用空気系(24/26)
- ⑨再循環切替(25/26)
- ⑩RWST(26/26)

具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)

⑩RWST (燃料取替用水の確保) (サポート系)



各サポート系については、以下のとおり整理した。
 ①6.6kV AC電源(D/G)(16/26)
 ①6.6kV AC電源(電源車)(16/26)
 ②440V AC電源(D/G)(17/26)
 ②440V AC電源(電源車)(17/26)
 ③125V DC電源(D/G)(18/26)
 ③125V DC電源(電源車)(19/26)
 ④115V AC計装用電源(D/G)(20/26)
 ④115V AC計装用電源(電源車)(20/26)
 ⑤非常用所内電源(21/26)
 ⑥CCW(22/26)
 ⑦海水系(23/26)
 ⑧制御用空気系(24/26)
 ⑨再循環切替(25/26)
 ⑩RWST(26/26)
 具体的なフォールトツリーについては、()のページに示す。

※C/V内設備または構造上浸水による影響を受けない設備

各影響緩和機能のフォールトツリー (津波：炉心損傷)