

VI-1-1-3 発電用原子炉施設の自然現象等による
損傷の防止に関する説明書

目 次

- VI-1-1-3-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する説明書
 - VI-1-1-3-1-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針
 - VI-1-1-3-1-2 防護対象の範囲

- VI-1-1-3-2 津波への配慮に関する説明書
 - VI-1-1-3-2-1 耐津波設計の基本方針
 - VI-1-1-3-2-2 基準津波の概要
 - VI-1-1-3-2-3 入力津波の設定
 - VI-1-1-3-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価
 - VI-1-1-3-2-5 津波防護に関する施設の設計方針

- VI-1-1-3-3 竜巻への配慮に関する説明書
 - VI-1-1-3-3-1 竜巻への配慮に関する基本方針
 - VI-1-1-3-3-2 竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定
 - VI-1-1-3-3-3 竜巻防護に関する施設の設計方針

- VI-1-1-3-4 火山への配慮に関する説明書
 - VI-1-1-3-4-1 火山への配慮に関する基本方針
 - VI-1-1-3-4-2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定
 - VI-1-1-3-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針

- VI-1-1-3-5 外部火災への配慮に関する説明書
 - VI-1-1-3-5-1 外部火災への配慮に関する基本方針
 - VI-1-1-3-5-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定
 - VI-1-1-3-5-3 外部火災防護における評価の基本方針
 - VI-1-1-3-5-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠
 - VI-1-1-3-5-5 外部火災防護における評価方針
 - VI-1-1-3-5-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果
 - VI-1-1-3-5-7 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

- VI-1-1-3-別添 1 屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出

VI-1-1-3-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による
損傷の防止に関する説明書

発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

VI-1-1-3-1-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針

VI-1-1-3-1-2 防護対象の範囲

VI-1-1-3-1-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による
損傷の防止に関する基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 自然現象	1
2.2 人為事象	1
2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設	2
2.4 組合せ	3
3. 外部からの衝撃への配慮	3
3.1 自然現象	3
3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮	3
3.2 人為事象	7
3.2.1 人為事象に対する具体的な設計上の配慮	7
4. 組合せ	11
4.1 自然現象の組合せについて	11
4.2 設計基準事故時又は重大事故等時の荷重の考慮について	14
4.3 組合せを考慮した荷重評価について	15

1. 概要

本資料は、自然現象等の外部からの衝撃への配慮について説明するものである。「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。）」第5条及び第50条（地震による損傷の防止）並びにその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（以下「解釈」という。）」については、VI-2「耐震性に関する説明書」にてその適合性を説明するため、本資料においては、地震を除く自然現象等の外部からの衝撃による損傷の防止に関する設計が、技術基準規則第6条、第51条（津波による損傷の防止）及び第7条（外部からの衝撃による損傷の防止）並びにそれらの解釈に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明する。なお、自然現象の組合せについては、全ての組合せを網羅的に確認するため、地震を含めた自然現象について本資料で説明する。

2. 基本方針

2.1 自然現象

設計基準対象施設は、外部からの衝撃のうち自然現象による損傷の防止において、発電所敷地で想定される津波、風（台風）、竜巻、低温（凍結）、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響及び生物学的事象の自然現象（地震を除く。）又は地震を含む自然現象の組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件において、その安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他、供用中における運転管理等の運用上の適切な措置を講じる。

また、想定される自然現象（地震を除く。）に対する防護措置には、設計基準対象施設が安全性を損なわないために必要な設計基準対象施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

重大事故等対処設備は、外部からの衝撃による損傷の防止において、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づき、想定される自然現象（地震を除く。）に対して、位置的分散、環境条件等を考慮し、必要な機能が損なわれないことがないように、防護措置その他の適切な措置を講じる。

設計基準対象施設又は重大事故等対処設備に対して講じる防護措置として設置する施設は、その設置状況並びに防護する施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備分類に応じた地震力に対し構造強度を確保し、外部からの衝撃を考慮した設計とする。

2.2 人為事象

設計基準対象施設は、外部からの衝撃のうち人為による損傷の防止において、発電所敷地又はその周辺において想定される火災・爆発（森林火災、近隣工場等の火災・爆発、航空機墜落による火災）、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害により発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）に対してその安全性が損なわれないよう、防護措置その他、対象とする発生源から一定の距離を置くことによる適切な措置を講じる。

また、想定される人為事象に対する防護措置には、設計基準対象施設が安全性を損なわない

ために必要な設計基準対象施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

想定される人為事象のうち、航空機の墜落については、防護設計の要否を判断する基準を超えないことを評価して設置（変更）許可を受けている。設計及び工事計画認可申請時に、設置（変更）許可申請時から防護設計の要否を判断する基準を超えるような航空路及び航空機落下データの変更がないことを確認していることから、設計基準対象施設に対して防護措置その他の適切な措置を講じる必要はない。なお、定期的に航空路の変更状況を確認し、防護措置の要否を判断することを保安規定に定めて管理する。

航空機の墜落及び爆発以外に起因する飛来物については、発電所周辺の社会環境からみて、発生源が設計基準対象施設から一定の距離が確保されており、設計基準対象施設が安全性を損なうおそれがないため、防護措置その他の適切な措置を講じる必要はない。

重大事故等対処設備は、外部からの衝撃による損傷の防止において、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づき、想定される人為事象に対して、位置的分散、環境条件等を考慮し、必要な機能が損なわれることがないように、防護措置その他の適切な措置を講じる。

設計基準対象施設又は重大事故等対処設備に対して講じる防護措置として設置する施設は、その設置状況並びに防護する施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備分類に応じた地震力に対し構造強度を確保し、外部からの衝撃を考慮した設計とする。

2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設

設計基準対象施設が外部からの衝撃によりその安全性を損なうことがないように、外部からの衝撃より防護すべき施設は、設計基準対象施設のうち、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されている安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器とする。その上で、安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器に加え、それらを内包する建屋を外部事象から防護する対象（以下「外部事象防護対象施設」という。）とする。また、外部事象防護対象施設の防護設計については、外部からの衝撃により外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼすおそれのある外部事象防護対象施設以外の施設についても考慮する。さらに、重大事故等対処設備についても、重大事故防止設備が、設計基準事故対処設備並びに使用済燃料貯蔵槽（使用済燃料貯蔵プール）の冷却設備及び注水設備（以下「設計基準事故対処設備等」という。）の安全機能と同時に必要な機能が損なわれないように、外部からの衝撃より防護すべき施設に含める。

上記以外の設計基準対象施設については、外部からの衝撃に対して機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全性を損なわない設計とする。

また、自然現象のうち津波からの衝撃より防護すべき施設（以下「津波防護対象設備」という。）については、技術基準規則第6条の解釈を踏まえ耐震Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）を含める。

外部事象防護対象施設の詳細については、VI-1-1-3-1-2「防護対象の範囲」に示す。

2.4 組合せ

地震を含む自然現象の組合せについて、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備に影響を与えるおそれのある自然現象の組合せは、設置（変更）許可申請書において示すとおり、地震、津波、積雪及び火山の影響による荷重である。これらの組合せの中から、発電所の地学、気象学的背景を踏まえ、荷重の組合せを考慮する。

また、科学的技術的知見を踏まえ、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備のうち、特に自然現象（地震を除く。）の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器は、建屋内に設置すること、又は可搬型重大事故等対処設備によるバックアップが可能となるように位置的分散を考慮して可搬型重大事故等対処設備を複数保管すること等により、当該施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象（地震を除く。）により作用する衝撃が設計基準事故時及び重大事故等時に生じる荷重と重なり合わない設計とする。

3. 外部からの衝撃への配慮

3.1 自然現象

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備は想定される自然現象（地震を除く。）に対して、その安全性を損なうおそれがないよう設計するとともに、必要に応じて、運転管理等の運用上の措置を含む適切な措置を講じる。

設計上考慮する自然現象（地震を除く。）として、設置（変更）許可を受けた9事象に津波を含め、10事象とする。

- ・津波
- ・風（台風）
- ・竜巻
- ・低温（凍結）
- ・降水
- ・積雪
- ・落雷
- ・地滑り
- ・火山の影響
- ・生物学的事象

3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮

(1) 津波

津波防護対象設備は、基準津波に対して、安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれることのないよう、津波の敷地への流入防止、漏水による安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止、津波防護の多重化及び水位低下による安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止を考慮した津波

防護対策を講じる設計とする。

このため、外郭防護として、取水路、放水路等の経路からの津波を流入させない設計とするため、補機冷却用海水取水槽の上部床面に取水槽閉止板を設置する。

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画については、津波による影響等から隔離可能な設計とするため、内郭防護として、タービン建屋内の区画境界部及び他の建屋との境界部に水密扉及び床ドレンライン浸水防止治具の設置並びに貫通部止水処置を実施する。

引き波時の水位の低下時は、水面が原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性があることから、取水口前面の海中に海水貯留堰を設置し海水を貯留することで、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回らない設計とする。また、大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプの取水可能水位を下回らない設計とする。

地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波監視設備として、補機冷却用海水取水槽に取水槽水位計、7号機主排気筒に津波監視カメラを設置する。

詳細については、VI-1-1-3-2「津波への配慮に関する説明書」に示す。

(2) 風（台風）

外部事象防護対象施設は、設計基準風速（40.1m/s、地上高10m、10分間平均）による風荷重に対して、機械的強度を有することにより、安全機能を損なわない設計とする。

風（台風）に対する設計は、竜巻に対する設計の中で確認する。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置するとともに、環境条件等を考慮することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

(3) 竜巻

外部事象防護対象施設は、設置（変更）許可を受けた最大風速92m/sの竜巻（以下「設計竜巻」という。）が発生した場合においても、竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物の衝撃荷重を組み合わせた荷重等に対して安全機能を損なわないために、飛来物の発生防止対策及び竜巻防護対策を講じる設計とする。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。さらに、外部事象防護対象施設に機械的、機能的及び二次的な波及的影響を及ぼす可能性がある施設の影響について考慮した設計とする。

詳細については、VI-1-1-3-3「竜巻への配慮に関する説明書」に示す。

(4) 低温（凍結）

外部事象防護対象施設は、設計基準温度（ -15.2°C ，24時間及び -2.6°C ，173.4時間）による低温（凍結）に対して、屋内設備については換気空調系により環境温度を維持し、屋外設備については保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置するとともに、環境条件等を考慮することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

(5) 降水

外部事象防護対象施設は、設計基準降水量（101.3mm/h）の降水による浸水に対して、設計基準降水量を上回る排水能力を有する構内排水路による海域への排水及び建屋止水処置等を行うとともに、設計基準降水量の降水による荷重に対して、排水口による海域への排水を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置するとともに、環境条件等を考慮することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

(6) 積雪

外部事象防護対象施設は、設計基準積雪量（167cm）による積雪荷重に対して、機械的強度を有すること、また、閉塞に対して、非常用換気空調系の給・排気口を設計基準積雪量より高所に設置することにより、安全機能を損なわない設計とする。

積雪に対する設計は、同様な堆積荷重の影響を考慮する火山事象に対する設計の中で確認する。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置するとともに、環境条件等を考慮すること、及び除雪を実施することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

なお、除雪を適宜実施することを保安規定に定めて管理する。

(7) 落雷

外部事象防護対象施設は、発電所の雷害防止対策として、原子炉建屋等への避雷針の設置を行うとともに、設計基準電流値（200kA）による雷サージに対して、接地網の敷設による接地抵抗の低減等及び安全保護系への雷サージ侵入の抑制を図る回路設計を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置するとともに、必要に応じ避雷設備

又は接地設備により防護することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

(8) 地滑り

外部事象防護対象施設は、地滑りに対して、斜面からの離隔距離を確保し地滑りのおそれがない位置に設置することにより、安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

(9) 火山の影響

外部事象防護対象施設は、火山事象が発生した場合においても、その安全機能を損なわない設計とする。

将来の活動可能性が否定できない火山について、発電所の運用期間中の噴火規模を考慮して抽出した外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象は降下火砕物のみであり、設計に用いる降下火砕物特性は、設置（変更）許可を受けた層厚 35cm、粒径 8.0mm 以下、密度 1.5g/cm³（湿潤状態）の降下火砕物を考慮する。

降下火砕物による直接的影響及び間接的影響のそれぞれに対し、安全性を損なうおそれがない設計とする。

重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

なお、降下火砕物を適宜除去することを保安規定に定めて管理する。

詳細については、VI-1-1-3-4「火山への配慮に関する説明書」に示す。

(10) 生物学的事象

外部事象防護対象施設は、生物学的事象に対して、海洋生物であるクラゲ等の発生を考慮し、また小動物の侵入を防止することにより、安全機能を損なわない設計とする。

海洋生物であるクラゲ等の発生に対しては、除塵装置を設置、除塵装置を通過する貝等の海洋生物に対しては、海水ストレーナを設置し、必要に応じて塵芥を除去することにより、原子炉補機冷却海水系等への侵入を防止し、安全機能を損なわない設計とする。さらに、定期的な開放点検及び清掃が可能な設計とする。

小動物の侵入に対しては、屋内設備は建屋止水処置等により、屋外設備は端子箱貫通部の閉止処置等を行うことにより小動物の侵入を防止し、安全機能を損なわない設計とする。

重大事故等対処設備は、生物学的事象に対して、小動物の侵入を防止し、海洋生物に対して、予備を有することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

3.2 人為事象

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備は想定される人為事象に対して、その安全性を損なうおそれがないよう設計するとともに、必要に応じて、運転管理等の運用上の措置を含む適切な措置を講じる。

設計上考慮する人為事象として、設置（変更）許可を受けた4事象とする。

- ・火災・爆発（森林火災，近隣工場等の火災・爆発，航空機墜落による火災）
- ・有毒ガス
- ・船舶の衝突
- ・電磁的障害

なお、危険物を搭載した車両については、燃料輸送車両の火災・爆発として近隣工場等の火災・爆発及び有毒ガスの中で取り扱う。

航空機の墜落については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成21・06・25 原院第1号）等に基づき評価した結果、約 3.4×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を超えないことを設置（変更）許可において確認している。また、設計及び工事計画認可申請時において、航空路を含めた航空機落下確率評価に用いる最新データ*1、*2、*3において、防護設計の要否を判断する基準を超える変更がないことを確認している。

したがって、航空機の墜落については、設計基準対象施設に対して、防護措置その他の適切な措置を講じる必要はない。なお、定期的に航空路を含めた航空機落下確率評価に用いる最新データの変更状況を確認し、防護措置の要否を判断することを保安規定に定めて管理する。ただし、可搬型重大事故等対処設備に対しては航空機の墜落を考慮し、建屋内に保管するか、又は屋外において設計基準対象施設等と位置的分散を図り複数箇所に分散して保管する設計とする。

注記*1：航空路誌（令和5年3月23日改訂版）

*2：航空機落下事故に関するデータ（平成13～令和2年）（令和5年3月 原子力規制庁）

*3：航空輸送統計年報，第1表 総括表，1. 輸送実績

3.2.1 人為事象に対する具体的な設計上の配慮

(1) 火災・爆発（森林火災，近隣工場等の火災・爆発，航空機墜落による火災）

a. 森林火災

人為事象として想定される森林火災については、延焼防止を目的とした、設置（変更）許可を受けた防火帯（約20m）を敷地内に設ける設計とする。

発電所周辺の植生を確認し、作成した植生データ等をもとに求めた、設置（変更）許可を受けた防火帯の外縁（火災側）における最大火線強度から算出される火炎輻射発散度（ 100kW/m^2 ）を設定し、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度や建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

b. 近隣工場等の火災・爆発

(a) 石油コンビナート施設の火災・爆発

発電所敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設は存在しないため、火災・爆発による外部事象防護対象施設への影響については考慮する必要はない。

(b) 危険物貯蔵施設の火災

発電所敷地外半径 10km 以内の危険物貯蔵施設の火災については、貯蔵量等を勘案して外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

(c) 高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発

発電所敷地外半径 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設の火災については、貯蔵量等を勘案して外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

爆発については、貯蔵量等を勘案してガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。また、ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し、その最大飛散距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

(d) 燃料輸送車両の火災・爆発

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の火災については、燃料積載量等を勘案して外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

爆発については、燃料積載量等を勘案してガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。また、ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し、その最大飛散距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

(e) 漂流船舶の火災・爆発

発電所敷地外で発生する漂流船舶の火災については、燃料積載量等を勘案して外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

爆発については、燃料積載量等を勘案してガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。なお、ガス爆発による飛来物の影響については、柏崎刈羽原子力発電所に最も距離が近い航

路でも 30km 以上の離隔距離があり、漂流した船舶が発電所周辺まで流れ着いた後に爆発し、なおかつ爆発に起因した飛来物が発電用原子炉施設に衝突する可能性は非常に低いため、飛来物による外部事象防護対象施設への影響について考慮する必要はない。

(f) 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災

発電所敷地内に設置する屋外の危険物タンク等の火災については、貯蔵量等を勘案して火災源ごとに外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。また、燃料補充用のタンクローリの火災については、燃料補充時は監視人が立会を実施し、万一の火災発生時は速やかに消火活動を可能とする体制を構築することにより、外部事象防護対象施設へ影響を与えることのない設計とする。

c. 航空機墜落による火災

航空機墜落による火災については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成 21・06・25 原院第 1 号（平成 21 年 6 月 30 日原子力安全・保安院一部改正））により落下確率が 10^{-7} [回/炉・年] となる面積及び離隔距離を算出し、外部事象防護対象施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定し、対象航空機の燃料積載量等を勘案して、対象航空機ごとに外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による火災の重畳火災については、敷地内の危険物タンク等の火災と航空機墜落による火災の評価条件により算出した輻射強度、燃焼継続時間等により、外部事象防護対象施設の受熱面に対し、最も厳しい条件となる火災源と外部事象防護対象施設を選定し、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。

森林火災、石油コンビナート施設の火災、発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災、航空機墜落による火災等に伴うばい煙等発生時の二次的影響については、外気を取り込む空調系統、外気を設備内に取り込む機器及び室内の空気を取り込む機器に対し、ばい煙の侵入を防止するため適切な防護対策を講じることで、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

火災・爆発（森林火災、近隣工場等の火災・爆発、航空機墜落による火災）に対する重大事故等対処設備については、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置するとともに、防火帯により防護することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。

詳細については、「3.2.1(2) 有毒ガス」と合わせて VI-1-1-3-5「外部火災への配慮に関

する説明書」に示す。

(2) 有毒ガス

発電所の敷地及び敷地周辺の状況から想定される人為事象のうち、外部火災起因を含む有毒ガスが発生した場合には、中央制御室内に滞在する人員の環境劣化を防止するために設置した外気取入ダンパの閉止、中央制御室内の空気を循環させる再循環運転の実施及び必要に応じ中央制御室以外の空調ファンの停止により、有毒ガスの侵入を防止する設計とする。

なお、有毒ガスの侵入を防止するよう、外気取入ダンパの閉止、再循環運転の実施による外気の遮断及び空調ファンの停止による外気流入の抑制を保安規定に定めて管理する。

主要道路、鉄道路線、一般航路及び石油コンビナート施設は、発電所から離隔距離が確保されていることから、危険物を積載した車両及び船舶を含む事故等による有毒ガスを考慮する必要はない。

詳細については、「3.2.1(1) 火災・爆発（森林火災、近隣工場等の火災・爆発、航空機墜落による火災）」と合わせてVI-1-1-3-5「外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

(3) 船舶の衝突

発電所の周辺海域の船舶の航路としては、発電所に最も距離が近い航路でも30km以上の離隔距離があり、発電所から離れていること、また、小型船舶が発電所近傍で漂流した場合でも、防波堤等に衝突して止まることから取水性を損なうことはない。また、万が一防波堤を通過し、カーテン・ウォール前面に小型船舶が到達した場合であっても、深層から取水しているため、取水性を損なうことはない。

船舶の座礁により重油流出事故が発生した場合は、カーテン・ウォールにより、深層から取水することによって、非常用海水系の取水性を損なうことはない。また、必要に応じオイルフェンスを設置する措置を講じる。

したがって、船舶の衝突によって取水路が閉塞することはなく、外部事象防護対象施設がその安全機能を損なうことはない。

重大事故等対処設備は、航路からの離隔距離を確保すること、小型船舶が発電所近傍で漂流した場合でも、防波堤等に衝突して止まること及び設計基準事故対処設備等と位置的分散を図り設置することにより取水性を損なうことはない。

(4) 電磁的障害

安全機能を有する安全保護系は、電磁的障害による擾乱により機能が喪失しないよう、制御盤へ入線する電源受電部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、外部からの信号出力部へのラインフィルタや絶縁回路の設置によりサージ・ノイズの侵入による影響を防止するとともに、鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用等により、電磁波の侵入を防止する設計としているため、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備のうち電磁的障害に対する考慮が必要な機器がその安全性を損なうことはない。

4. 組合せ

4.1 自然現象の組合せについて

外部事象防護対象施設の安全性が損なわれないことを広く確認する観点から、地震を含めた自然現象の組合せについて、発電所の地学、気象学的背景を踏まえて検討する。

(1) 組合せを検討する自然現象の抽出

自然現象が外部事象防護対象施設に与える影響を考慮し、組合せを検討する自然現象を抽出する。

想定される自然現象のうち、外部事象防護対象施設に影響を与えるおそれのある自然現象の組合せは、設置（変更）許可申請書において示すとおり、地震、津波、積雪及び火山の影響による荷重であり、荷重以外の機能的影響については、自然現象の組合せにより外部事象防護対象施設の安全機能が損なわれないことを確認している。荷重の組合せを考慮する自然現象のうち、地震、津波及び火山の影響により発生する設計基準規模の荷重は、発生頻度が低い偶発的荷重であるが、発生すると荷重が比較的大きいことから、設計用の主荷重として扱う。これに対して規模の小さい地震及び積雪による荷重は、発生頻度が主荷重と比べて高い変動荷重であり、発生する荷重は主荷重と比べて小さいことから、従荷重として扱い、主荷重との組合せを考慮する。

なお、柏崎刈羽原子力発電所は多雪区域であることから、従荷重として扱う積雪とは別に、ベース負荷として日最深積雪量の平均値に当たる積雪荷重が常時加わることを考慮し、施設の形状、配置により適切に組み合わせる。

以下、主荷重同士の組合せ並びに主荷重、従荷重及び常時考慮する積雪荷重の組合せについて検討する。

(2) 主荷重同士の組合せについて

主荷重同士の組合せについて表 4-1 に示す。それぞれの組合せについては、従属事象、独立事象であるかを踏まえ、以下のとおりとする。

① 地震と津波

基準地震動 S_s の策定における検討用地震は F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯による地震である。これらの断層については、敷地に近い位置に存在し、地震波と津波は伝播速度が異なることから、両者の組合せを考慮する必要はない。

F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴い、津波を起こす地震が誘発される可能性については、仮に誘発地震の発生を考慮した場合においても、F-B 断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴う地震動が敷地に到達する地震発生後 1 分以内に、誘発地震に伴う津波が敷地に到達することはないことから、基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合せを考慮する必要はない。

一方、津波波源の断層の活動により基準地震動 S_s の震源断層が誘発される可能性については、2011 年東北地方太平洋沖地震の震源域以外での規模の大きな地震事例から考えても、短時間で誘発されることは考えにくいことから、基準地震動 S_s による地震力

と津波荷重の組合せを考慮する必要はない。

② 地震と火山の影響

基準地震動 S_s の震源と火山とは十分な距離があることから、独立事象として扱い、各々の発生頻度が十分小さいことから、組合せを考慮する必要はない。

③ 津波と地震

基準津波と組み合わせる基準地震動 S_s については①のとおり。

基準津波と組み合わせる地震動に関しては、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震及び誘発地震を想定する。その大きさは弾性設計用地震動 S_d を下回るが、安全側に弾性設計用地震動 S_d のうち全ての周期帯において余震及び誘発地震による地震動を十分に上回る弾性設計用地震動 S_{d-1} による荷重を津波荷重に組み合わせる余震荷重として考慮する。

④ 津波と火山の影響

基準津波の波源と火山とは十分な距離があることから、独立事象として扱い、各々の発生頻度が十分小さいことから、組合せを考慮する必要はない。

⑤ 火山の影響と地震

火山の影響と組み合わせる基準地震動 S_s については②のとおり。

火山性地震については、火山と敷地とは十分な距離があることから、火山性地震とこれに関連する事象による影響はないと判断し、火山と地震の組合せは考慮しない。ただし、火山の影響と独立事象ではあるが、発生頻度が比較的高く規模の小さい地震については火山の影響による荷重と同時に発生することを想定し、これらの組合せを考慮する。
(設置変更許可申請書添付書類六「7.7.5.7 火山性地震とこれに関連する事象」参照)

⑥ 火山の影響と津波

火山の影響と組み合わせる基準津波については④のとおり。

敷地周辺において、火山現象による歴史津波の記録は知られておらず、海底火山の存在も認められないため、火山事象に起因する津波について、敷地への影響はないと判断し、津波と火山の組合せは考慮しない。(設置変更許可申請書添付書類六「7.7.5.5 津波及び静振」参照)

(3) 組合せを検討する主荷重と従荷重の規模について

組み合わせる荷重の規模は、設置(変更)許可申請書において示すとおり、基本的には単純性・保守性のために、主荷重[設計基準規模]×従荷重[年超過確率 10^{-2} 規模]の組合せを想定した上で、荷重の大小関係や影響度合いに応じて代表性のある組合せのケースを検討し、防護措置その他、運用上の措置を適切に考慮して評価する条件を設定する。

(4) 主荷重、従荷重及び常時考慮する積雪荷重の組合せについて

自然現象の組合せについて、(1)、(2)、(3)及び設置(変更)許可申請書に示す内容を踏まえ、主荷重、従荷重及びベース負荷として常時考慮するとした積雪荷重の組合せについて検討する。

a. 荷重の性質

主荷重及び従荷重の性質を表4-2に示す。荷重の大きさについては、主荷重は従荷重と比較して大きく、主荷重が支配的となる。最大荷重の継続時間については、地震及び津波は最大荷重の継続時間が短い。これに対し、火山の影響及び積雪は、一度事象が発生すると、降下物が降り積もって堆積物となり、長時間にわたって荷重が作用するため、最大荷重の継続時間が長い。発生頻度については、主荷重は従荷重と比較して発生頻度が非常に低い。

上記の荷重の性質を考慮して、主荷重、従荷重及び常時考慮する荷重の組合せについて検討する。

b. 火山の影響による荷重と地震荷重又は積雪荷重の組合せ

火山の影響と地震については、降下火砕物による荷重の継続時間が他の主荷重と比較して長いこと、発生頻度が比較的高く、荷重の大小関係等の観点で代表性のある地震荷重を適切に組み合わせる。同様に、火山の影響と積雪については、降下火砕物による荷重の継続時間が他の主荷重と比較して長く、積雪荷重の継続時間も長いことから、施設の形状及び配置に応じて適切に組み合わせる。従荷重として組み合わせる地震及び積雪荷重の規模は、それぞれ年超過確率 10^{-2} 相当地震動、建築基準法の多雪区域における地震荷重と積雪荷重の組合せの考え方よりも保守的な値である、柏崎市における1日当たりの積雪量の年超過確率 10^{-2} 規模の値(84.3cm)とし、これらの値にベース負荷である常時考慮するとした積雪量(31.1cm)を合算し組合せとして考慮する。ただし、火山の影響及び積雪については、除灰・除雪による緩和措置が図られる場合にはその運用上の措置を踏まえた荷重を用いる。

c. 地震荷重と積雪荷重の組合せ

地震と積雪については、地震荷重の継続時間は短い、積雪荷重の継続時間が長いこと、組合せを考慮し、施設の形状及び配置に応じて適切に組み合わせる。従荷重として組み合わせる積雪荷重の規模は、建築基準法の多雪区域における地震荷重と積雪荷重の組合せの考え方よりも保守的な値である、柏崎市における1日当たりの積雪量の年超過確率 10^{-2} 規模の値(84.3cm)とし、この値にベース負荷である常時考慮するとした積雪量(31.1cm)を合算した115.4cmを組合せとして考慮する。ただし、積雪については、除雪による緩和措置が図られる場合にはその運用上の措置を踏まえた荷重を用いる。

d. 津波荷重と地震（余震）荷重又は積雪荷重の組合せ

津波と地震については、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯を踏まえ、余震発生の可能性に応じて適切に組み合わせる。従荷重として組み合わせる地震（余震）荷重の規模は、基準津波の波源を震源とする余震及び基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある誘発地震を想定するが、その大きさを十分に上回る弾性設計用地震動 S_d-1 とし、この値にベース負荷である常時考慮するとした積雪量 (31.1cm) を合算し組合せとして考慮する。

津波と積雪については、津波荷重の継続時間は短い、積雪荷重の継続時間が長いいため組合せを考慮し、施設の形状及び配置に応じて適切に組み合わせる。従荷重として組み合わせる積雪荷重の規模は、建築基準法の多雪区域における地震荷重と積雪荷重の組合せの考え方よりも保守的な値である、柏崎市における1日当たりの積雪量の年超過確率 10^{-2} 規模の値 (84.3cm) とし、この値にベース負荷である常時考慮するとした積雪量 (31.1cm) を合算した 115.4cm を組合せとして考慮する。ただし、積雪については、除雪による緩和措置が図られる場合にはその運用上の措置を踏まえた荷重を用いる。

以上の検討内容について整理した結果を、表 4-3 に示す。

(5) 自然現象の組合せの方針

自然現象の組合せについて、火山の影響については地震（年超過確率 10^{-2} 相当地震動）と積雪、基準地震動 S_s については積雪、基準津波については弾性設計用地震動 S_d-1 と積雪の荷重を、施設の形状及び配置に応じて考慮する。

組み合わせる主荷重と従荷重の規模は、基本的には主荷重[設計基準規模]×従荷重[年超過確率 10^{-2} 規模]の組合せを想定する。

従荷重として組み合わせる地震、積雪深の大きさはそれぞれ年超過確率 10^{-2} 相当地震動、柏崎市における1日当たりの積雪量の年超過確率 10^{-2} 規模の値 84.3cm とし、また、従荷重とは別に、ベース負荷として日最深積雪量の平均値に当たる積雪量 31.1cm を考慮する。

なお、上記以外の自然現象の組合せのうち、風（台風）による荷重の組合せについては、設置（変更）許可申請書において示すとおり「同時に発生する可能性が極めて低いもの」として整理し抽出していないが、屋外に設置されており風の影響を受けやすいと考えられる施設については、地震荷重と風荷重を組み合わせた場合の影響について確認するものとする。

4.2 設計基準事故時又は重大事故等時の荷重の考慮について

外部事象防護対象施設のうち、建屋内に設置される外部事象防護対象施設については、建屋によって地震を除く自然現象の影響を防止できることから、建屋内に設置されている外部事象防護対象施設は、地震を除く自然現象の荷重が外部事象防護対象施設に影響を与えることはなく、設計基準事故が発生した場合でも、地震を除く自然現象による影響はない。

また、外部事象防護対象施設のうち、屋外に設置されている外部事象防護対象施設としては、軽油タンク等があるが、これらの機器については、設計基準事故が発生した場合でも、ポンプ

の運転圧力や温度等が変わらないため、設計基準事故時荷重が発生するものではなく、自然現象による衝撃と重なることはない。

重大事故等対処設備のうち、建屋内に設置される重大事故等対処設備については、建屋によって地震を除く自然現象の影響を防止できることから、地震を除く自然現象の荷重が重大事故等対処設備に影響を与えることはなく、重大事故等が発生した場合でも、地震を除く自然現象による影響はない。

また、重大事故等対処設備のうち、屋外に設置される重大事故等対処設備について、設計上考慮する自然現象及び人為事象と重大事故等時の荷重の組合せを表 4-4 に示す。設計上考慮する自然現象及び人為事象のうち、事象により重大事故等対処設備への荷重による影響を考慮するものは、地震、津波、風（台風）、竜巻、降水、積雪、地滑り、火山の影響である。これらのうち、風（台風）は他の自然現象の評価に包絡されるため、単独での評価は実施しない。さらに、津波に対しては津波高さを考慮した重大事故等対処設備の配置、竜巻に対しては重大事故等対処設備の位置的分散を考慮した配置、降水に対しては構内排水路等による雨水が滞留しない設計、積雪に対しては重大事故等対処設備の除雪、地滑りに対しては地滑り影響箇所を考慮した重大事故等対処設備の配置、火山の影響に対しては重大事故等対処設備の除灰をそれぞれ行うことにより、重大事故等が発生した場合でも、重大事故等時の荷重と地震を除く自然現象による衝撃を同時に考慮する必要はない。

したがって、地震を除く自然現象による衝撃と設計基準事故又は重大事故等時の荷重は重なることはない。

4.3 組合せを考慮した荷重評価について

自然現象の組合せによる荷重、設計基準事故又は重大事故等時に生じる荷重、その他、常時作用する荷重（自重等）、運転時荷重の組合せについては、表 4-5 に示す説明書にて評価する。

表 4-1 主荷重同士の組合せ

		後発事象		
		地震	津波	火山の影響
先発事象	地震		①	②
	津波	③		④
	火山の影響	⑤	⑥	

注：丸数字は、「4.1(2) 主荷重同士の組合せについて」の対応番号を示す。

表 4-2 主荷重及び従荷重の性質

荷重の種類		荷重の大きさ	最大荷重の 継続時間	発生頻度 (/年)
主荷重	地震	特大	短 (90 秒程度)	$10^{-4} \sim 10^{-5}$
	津波	特大	短 (15 分程度)	$10^{-4} \sim 10^{-5}$
	火山の影響	大	長 (30 日程度) *1	$1.0 \times 10^{-4} \sim$ *2
従荷重	地震	小	短 (90 秒程度)	1.0×10^{-2} *3
	積雪	小	長 (30 日程度) *1	1.0×10^{-2} *3

注記*1：必要に応じて緩和措置を行う。

*2：発電所運用期間中に噴火の可能性がある火山に関して、発電所敷地周辺の地層調査で観測されたテフラは数万年以前のものであるから、 1.0×10^{-4} ~/年相当とした。

*3：100 年再現期待値

表 4-3 主荷重、従荷重及び常時考慮する積雪荷重の組合せ

		主荷重 (主事象)			
		地震	津波	火山の影響	
従荷重 (副事象)	地震	継続時間	短+短	短+短	長+短
		荷重の大きさ	特大+小	特大+小	大+小
		組合せ	—*1	○*2	○*3
	積雪	継続時間	短+長	短+長	長+長
		荷重の大きさ	特大+小	特大+小	大+小
		組合せ*4, *5	○	○	○
ベース負荷 (平均規模)	積雪	組合せ*4, *5	○ (常時)	○ (常時)	○ (常時)

注記*1：同時に発生するものではないため組合せは考慮しない。

*2：基準津波と余震荷重の組合せを考慮する。

*3：火山の影響と年超過確率 10^{-2} 相当地震動の組合せを考慮する。

*4：施設の形状、配置により適切に考慮する。

*5：耐震・強度評価に用いる堆積荷重は、除灰・除雪により除去される堆積物を考慮した荷重を用いる。

表 4-4 屋外に設置する重大事故等対処設備に対して設計上考慮する自然現象及び人為事象と重大事故等時の荷重の組合せ

自然現象及び人為事象	荷重の発生	重大事故等時の荷重の考慮	荷重の組合せ
地震	○	重大事故等時の荷重を考慮する。	○
津波	○	津波高さを考慮した重大事故等対処設備の配置により、重大事故等時の荷重を考慮する必要はない。	×
風（台風）	○	竜巻の影響による荷重の考慮に包含される。	×
竜巻	○	重大事故等対処設備の分散配置により、重大事故等時の荷重を考慮する必要はない。	×
低温（凍結）	×	—	×
降水	○	構内排水路や排水口により雨水が滞留しない設計のため、重大事故等時の荷重を考慮する必要はない。	×
積雪	○	重大事故等対処設備の除雪を行うことから、重大事故等時の荷重を考慮する必要はない。	×*
落雷	×	—	×
地滑り	○	地滑り地形を考慮した重大事故等対処設備の配置により、重大事故等時の荷重を考慮する必要はない。	×
火山の影響	○	重大事故等対処設備の除灰を行うことから、重大事故等時の荷重を考慮する必要はない。	×
生物学的事象	×	—	×
森林火災	×	—	×
近隣工場等の火災・爆発	×	—	×
航空機墜落による火災	×	—	×
有毒ガス	×	—	×
船舶の衝突	×	—	×
電磁的障害	×	—	×

注記*：除雪による除去がし難いと考えられるような構造や配置の施設については、ベース負荷にあたる積雪荷重の組合せを適切に考慮する。

表 4-5 自然現象の組合せによる荷重，設計基準事故又は重大事故等時に生じる荷重，常時作用する荷重（自重等），運転時荷重の組合せ

添付書類	自然現象の組合せ				設計基準事故時の荷重	重大事故等時の荷重	常時作用する荷重（自重等）	運転時荷重
	地震	津波	火山の影響	積雪				
VI-2 耐震性に関する説明書	◎	—	—	○*2	○	○	○	○
VI-1-1-3-2 津波への配慮に関する説明書*4	○*1	◎	—	○*2	—	—	○	○
VI-1-1-3-4 火山への配慮に関する説明書*4	○*3	—	◎*2	○*2	—	—	○	○

◎：荷重評価における主荷重 ○：主荷重に対して組合せを考慮する荷重

注記*1：基準津波と余震荷重の組合せでは，弾性設計用地震動 S d-1 を考慮する。

*2：施設の形状及び配置により適切に考慮する。

*3：火山の影響と地震荷重の組合せでは，年超過確率 10^{-2} 相当地震動を考慮する。

*4：計算方法，計算結果については，VI-3「強度に関する説明書」に示す。

VI-1-1-3-1-2 防護対象の範囲

目 次

1. 概要	1
2. 防護対象の範囲	1
2.1 技術基準規則の要求について	1
2.2 安全評価において考慮する安全機能	1
2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設の範囲	1

1. 概要

本資料は、設計基準対象施設が自然現象等によりその安全性を損なわないという技術基準の要求を満足させるために必要な安全機能を確認し、それらの安全機能が自然現象等により損なわれないために、防護すべき施設について説明するものである。

2. 防護対象の範囲

2.1 技術基準規則の要求について

「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。）」第6条及び第7条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（以下「解釈」という。）」においては、設計基準対象施設が自然現象等によりその安全性を損なわないことが要求されている。この要求を満足させるためには、通常運転時だけでなく、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時においても発電用原子炉施設の安全性を確保する必要がある。

設置（変更）許可申請書添付書類十において、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき行った運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の安全評価（以下「安全評価」という。）では、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故として想定される事象に対して解析を行い、いずれの事象についても判断基準を満足しており、発電用原子炉施設の安全性が確保されることを確認している。

したがって、安全評価において考慮する安全機能が自然現象等により損なわなければ、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」時においても発電用原子炉施設の安全性を確保することができ、技術基準規則第6条及び第7条並びにそれらの解釈の要求を満足することができる。

2.2 安全評価において考慮する安全機能

安全評価では、表2-1及び表2-2に示す安全機能を考慮して解析を行った結果、発電用原子炉施設の安全性が確保されることを確認している。

安全評価において期待する安全機能は、原則として「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されている安全重要度分類のMS-1又はMS-2に属するものである。しかしながら、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」の付録解説に示すとおり、MS-3に属する安全機能のうち表2-1及び表2-2に示す安全機能については、信号の多重化により作動系に高い信頼性を有するものとして考慮している。

2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設の範囲

設計基準対象施設が外部からの衝撃によりその安全性を損なうことがないように、外部からの衝撃より防護すべき施設は、設計基準対象施設のうち「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されている安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器とする。

なお、安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器とは、表2-1及び表2-2に示しているMS-3の構築物、系統及び機器である。

表 2-1 運転時の異常な過度変化の解析において考慮する安全機能

分類	機能	構築物, 系統又は機器
MS-1	原子炉の緊急停止機能	制御棒及び制御棒駆動系 (スクラム機能)
	未臨界維持機能	制御棒及び制御棒駆動系 (未臨界維持機能)
	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系
MS-2	—	—
MS-3	原子炉圧力の上昇の緩和機能	主蒸気逃がし安全弁 (逃がし弁機能) タービンバイパス弁
	出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系 (再循環ポンプトリップ機能) 原子炉核計装 (起動領域モニタ (原子炉周期短制御棒引抜阻止機能) 及び制御棒引抜監視装置)
	原子炉冷却材再循環ポンプの電源の確保機能	原子炉冷却材再循環ポンプ MG セット

表 2-2 設計基準事故の解析において考慮する安全機能

分類	機能	構築物, 系統又は機器
MS-1	原子炉の緊急停止機能	制御棒及び制御棒駆動系 (スクラム機能)
	未臨界維持機能	制御棒及び制御棒駆動系 (未臨界維持機能)
	原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	主蒸気逃がし安全弁 (安全弁としての開機能)
	原子炉停止後の除熱機能	残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) 原子炉隔離時冷却系 主蒸気逃がし安全弁 (手動逃がし機能) 自動減圧系 (手動逃がし機能)
	炉心冷却機能	低圧注水系 (残留熱除去系低圧注水モード) 高圧炉心注水系 原子炉隔離時冷却系 自動減圧系
	放射性物質の閉じ込め機能 放射線の遮蔽及び放出低減機能	格納容器 格納容器隔離弁 (主蒸気隔離弁を含む) 主蒸気流量制限器 格納容器スプレイ冷却系 (残留熱除去系格納容器スプレイ冷却モード) 原子炉建屋原子炉区域 非常用ガス処理系 可燃性ガス濃度制御系 主排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能)
	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系
	安全上特に重要な関連機能	非常用電源設備
MS-2	放射性物質放出の防止機能	気体廃棄物処理施設の隔離弁 主排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能以外)
MS-3	異常状態の把握機能	放射線監視設備の一部 (気体廃棄物処理系設備エリア排気放射線モニタ)

VI-1-1-3-2 津波への配慮に関する説明書

津波への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

VI-1-1-3-2-1 耐津波設計の基本方針

VI-1-1-3-2-2 基準津波の概要

VI-1-1-3-2-3 入力津波の設定

VI-1-1-3-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価

VI-1-1-3-2-5 津波防護に関する施設の設計方針

VI-1-1-3-2-1 耐津波設計の基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 耐津波設計の基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 津波防護対象設備	1
2.1.2 入力津波の設定	1
2.1.3 入力津波による津波防護対象設備への影響評価	2
2.1.4 津波防護対策に必要な浸水防護施設の設計方針	6
2.2 適用規格	10

1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の耐津波設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第6条及び第51条（津波による損傷の防止）並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に適合することを説明するものである。

2. 耐津波設計の基本方針

2.1 基本方針

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設が、設置（変更）許可を受けた基準津波により、その安全性又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう、遡上への影響要因及び浸水経路等を考慮して、設計時にそれぞれの施設に対して入力津波を設定するとともに津波防護対象設備に対する入力津波の影響を評価し、影響に応じた津波防護対策を講じる設計とする。

2.1.1 津波防護対象設備

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設」に従い、設計基準対象施設が、基準津波により、その安全性が損なわれるおそれがないよう、津波から防護すべき施設は、設計基準対象施設のうち「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1及びクラス2に該当する構築物、系統及び機器（以下「津波防護対象設備」という。）とする。津波防護対象設備の防護設計においては、津波により津波防護対象設備に波及的影響を及ぼすおそれのある津波防護対象設備以外の施設についても考慮する。また、重大事故等対処施設及び可搬型重大事故等対処設備についても、設計基準対象施設と同時に必要な機能が損なわれるおそれがないよう、津波防護対象設備に含める。

さらに、津波が地震の随伴事象であることを踏まえ、耐震Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）を含めて津波防護対象設備とする。

2.1.2 入力津波の設定

各施設・設備の設計又は評価に用いる入力津波として、敷地への遡上に伴う津波（以下「遡上波」という。）による入力津波と取水路、放水路等の経路からの流入に伴う津波（以下「経路からの津波」という。）による入力津波を設定する。

入力津波の設定の諸条件の変更により、評価結果が影響を受けないことを確認するために、評価条件変更の都度、津波評価を実施する運用とする。

以下に、各入力津波の設定方針を示す。

基準津波については、VI-1-1-3-2-2「基準津波の概要」に示す。入力津波の設定方法及び結果に関しては、VI-1-1-3-2-3「入力津波の設定」に示す。

(1) 遡上波による入力津波については、遡上への影響要因として、敷地及び敷地周辺の地形及びその標高、河川等の存在、設備等の設置状況並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を評価する。遡上する場合は、基準津波の波源から各施設・設備の設置位置において算出される津波高さとして設定する。

また、地震による変状又は繰返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等が考えられる場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を評価する。

(2) 経路からの津波による入力津波については、浸水経路を特定し、基準津波の波源から各施設・設備の設置位置において算定される時刻歴波形及び津波高さとして設定する。

(3) 上記(1)及び(2)においては、水位変動として、朔望平均満潮位T. M. S. L. +0.49m、朔望平均干潮位T. M. S. L. +0.03mを考慮する。上昇側の水位変動に対しては、潮位のばらつきとして朔望平均満潮位の標準偏差0.16mを考慮して設定する。下降側の水位変動に対しては、潮位のばらつきとして朔望平均干潮位の標準偏差0.15mを考慮して設定する。地殻変動については、基準津波の波源である日本海東縁部に想定される地震と海域の活断層に想定される地震による広域的な地殻変動を余効変動を含めて考慮する。なお、日本海東縁部に想定される地震については断層の傾斜角を複数設定しており、上昇側・下降側の水位変動量が保守的な評価結果となるケースを考慮する。

日本海東縁部に想定される地震と海域の活断層に想定される地震による広域的な地殻変動については、基準津波の波源モデルを踏まえて、Mansinha and Smylie(1971)の方法により算定しており、敷地地盤の地殻変動量は、日本海東縁部に想定される地震では0.21mの沈降（西傾斜、傾斜角 30° ）と0.20mの沈降（東傾斜、傾斜角 30° ）、海域の活断層に想定される地震では0.29mの沈降となっている。広域的な余効変動については、柏崎地点における2015年6月から2016年6月の一年間の変位量が約0.7cmと小さいことから、津波に対する安全性評価に影響を及ぼすことはない。

上昇側の水位変動に対して安全側に評価する際には、地殻変動量について、日本海東縁部に想定される地震では0.21mの沈降（西傾斜、傾斜角 30° ）を、海域の活断層に想定される地震では0.29mの沈降を考慮する。

下降側の水位変動に対して安全側に評価する際には、日本海東縁部に想定される地震による地殻変動量0.20mの沈降（東傾斜、傾斜角 30° ）は考慮しない。

また、入力津波が有する数値計算上の不確かさを考慮することを基本とする。

2.1.3 入力津波による津波防護対象設備への影響評価

「2.1.2入力津波の設定」で設定した入力津波による津波防護対象設備への影響について、津波の敷地への流入の可能性の有無、漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響の有無、津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響の有無並びに水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響の有無の観点から評価することにより、津波防護対策が必要となる箇所を特定して必要

な津波防護対策を実施する設計とする。

具体的な影響評価の内容及び結果については、VI-1-1-3-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」に示す。

入力津波の変更が津波防護対策に影響を与えないことを確認することとし、定期的な評価及び改善に関する手順を定める。

(1) 敷地への浸水防止（外郭防護1）

a. 遡上波の地上部からの到達，流入の防止

遡上波による敷地周辺の遡上の状況を加味した浸水の高さ分布を基に，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において，遡上波の地上部からの到達，流入の可能性の有無を評価する。流入の可能性に対する裕度評価において，高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値と，入力津波で考慮した朔望平均満潮位及び潮位のばらつきを踏まえた水位の合計との差を参照する裕度として，設計上の裕度の判断の際に考慮する。

評価の結果，遡上波が地上部から到達し流入する可能性がある場合は，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画は，津波による遡上波が地上部から到達，流入しない十分高い場所に設置する。

b. 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

津波の流入の可能性のある経路につながる循環水系，補機冷却海水系，それ以外の屋外排水路，電源ケーブルトレンチ及びケーブル洞道の標高に基づき，許容される津波高さと同経路からの津波高さを比較することにより，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地への津波の流入の可能性の有無を評価する。流入の可能性に対する裕度評価において，高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値と，入力津波で考慮した朔望平均満潮位及び潮位のばらつきを踏まえた水位の合計との差を参照する裕度とし，設計上の裕度の判断の際に考慮する。

評価の結果，流入する可能性のある経路が特定されたことから，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画への流入を防止するため，浸水防止設備として，取水槽閉止板の設置及び貫通部止水処置を実施する設計とする。また，浸水防止設備の取水槽閉止板は，経路からの津波の流入を防止するため，閉止運用の手順を整備し，保安規定に定めて管理する。

上記(1)及び(2)において，外郭防護として設置する浸水防止設備については，補機冷却用海水取水槽における入力津波に対し，設計上の裕度を考慮する。

(2) 漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）

a. 漏水対策

経路からの津波が流入する可能性のある取水・放水設備の構造上の特徴を考慮し，取水・放水施設，地下部等において，津波による漏水が継続することによる浸水範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）するとともに，当該範囲の境界における浸水の可

能性のある経路及び浸水口（扉、開口部、貫通口等）について、浸水防止設備を設置することにより、浸水範囲を限定する設計とする。さらに、浸水想定範囲及びその周辺にある津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）に対しては、浸水防止設備として、防水区画化するための設備を設置するとともに、防水区画内への浸水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響の有無を評価する。

評価の結果、浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響がないよう、排水設備を設置する設計とする。

(3) 津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（内郭防護）

a. 浸水防護重点化範囲の設定

津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画を浸水防護重点化範囲として設定する。

b. 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

経路からの津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を基に、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性の有無を評価する。浸水範囲及び浸水量については、地震による溢水の影響も含めて確認する。地震による溢水のうち、津波による影響を受けない範囲の評価については、VI-1-1-9「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に示す。

評価の結果、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口が特定されたことから、地震による設備の損傷箇所からの津波の流入を防止するための浸水防止設備として、水密扉及び床ドレンライン浸水防止治具の設置並びに貫通部止水処置を実施する設計とする。浸水防止設備として設置する水密扉については、津波の流入を防止するため、扉の閉止運用を保安規定に定めて管理する。

内郭防護として設置及び実施する浸水防止設備については、貫通部、開口部等の一部分のみが浸水範囲となる場合においても貫通部、開口部等の全体を浸水防護することにより、浸水評価に対して裕度を確保する設計とする。

(4) 水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止

a. 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプの取水性

原子炉補機冷却海水ポンプについては、評価水位としての補機冷却用海水取水槽での下降側水位と同ポンプ取水可能水位を比較し、評価水位が同ポンプ取水可能水位を下回る可能性の有無を評価する。

評価の結果、補機冷却用海水取水槽の下降側の評価水位が原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性があるため、津波防護施設として、海水を貯留するため

の海水貯留堰を設置することで、取水性を確保する設計とする。

なお、津波による水位低下を検知した際には、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性を確保するため、循環水ポンプ及びタービン補機冷却海水ポンプを停止する手順を保安規定に定めて管理する。

原子炉補機冷却海水ポンプについては、津波による上昇側の水位変動に対しても、取水機能が保持できる設計とする。

大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプについても、入力津波の水位に対して、取水性を確保できるものを用いる設計とする。

- b. 津波の二次的な影響による原子炉補機冷却海水ポンプ並びに大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプの機能保持確認

基準津波による水位変動に伴う海底の砂の移動・堆積に対して、取水口、スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路及び補機冷却用海水取水槽が閉塞することがなく取水口及び取水路の通水性が確保できる設計とする。

原子炉補機冷却海水ポンプは、取水時に浮遊砂が軸受に混入した場合においても、軸受部の異物逃がし溝から浮遊砂を排出することで、機能を保持できる設計とする。大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプについても、浮遊砂の混入に対して、取水性能が保持できるものを用いる設計とする。

漂流物に対しては、発電所構内及び構外で漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出し、抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備が漂流した場合に、原子炉補機冷却海水ポンプへの衝突並びに取水口、スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路及び補機冷却用海水取水槽の閉塞が生じることがなく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性確保並びに取水口、スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路及び補機冷却用海水取水槽の通水性が確保できる設計とする。

発電所敷地内及び敷地外の人工構造物については、設置状況を定期的に確認し評価する運用を保安規定に定めて管理する。さらに、従前の評価結果に包絡されない場合は、漂流物となる可能性、原子炉補機冷却海水ポンプ等の取水性及び浸水防護施設の健全性への影響評価を行い、影響がある場合は漂流物対策を実施する。

- (5) 津波監視

津波監視設備として、敷地への津波の繰返しの襲来を察知し津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するため、津波監視カメラ及び取水槽水位計を設置する。

2.1.4 津波防護対策に必要な浸水防護施設の設計方針

「2.1.3 入力津波による津波防護対象設備への影響評価」にて、津波防護上、津波防護対策が必要な場合は、以下(1)及び(2)に基づき施設の設計を実施する。設計は、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド」に従い、自然現象のうち、余震、積雪及び風の荷重を考慮する。津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、海水貯留堰、取水槽閉止板、水密扉、床ドレンライン浸水防止治具、貫通部止水処置、津波監視カメラ及び取水槽水位計の構造形式があるため、これらの施設・設備の詳細な設計方針については、VI-1-1-3-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す。

(1) 設計方針

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、「2.1.2入力津波の設定」で設定している繰返しの襲来を想定した入力津波に対して、津波防護対象設備の要求される機能を損なうおそれがないよう以下の機能を満足する設計とする。なお、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備に関する耐震設計の基本方針は、VI-2-1「耐震設計の基本方針」に従う。

a. 津波防護施設

津波防護施設は、漏水を防止する設計とする。

津波防護施設として設置する海水貯留堰については、津波による水位低下に対して、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を保持し、かつ、冷却に必要な海水を確保する設計とする。

主要な構造体の境界部には、想定される荷重の作用及び相対変位を考慮し、試験等にて止水性を確認した止水ゴム等を設置し、止水処置を講じる設計とする。海水貯留堰（7号機設備）については6号機における津波防護施設には該当しないが、非常用取水設備における重大事故等対処施設に該当するため、津波による影響を考慮し、津波防護施設と同等の設計を行う。

b. 浸水防止設備

浸水防止設備は、浸水想定範囲等における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性を評価し、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。また、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に浸水時及び冠水後に津波が流入することを防止するため、当該区画への流入経路となる開口部に浸水防止設備を設置し、止水性を保持する設計とする。

補機冷却用海水取水槽の浸水防止設備については、外郭防護として T. M. S. L. +3.5m 以下の流入経路となる開口部に設置する設計とする。

タービン建屋内の復水器を設置するエリアの浸水に対する浸水防止設備については、内郭防護として T. M. S. L. +1.0m 以下の流入経路となる開口部に設置する設計とする。

タービン建屋内の循環水ポンプを設置するエリアの浸水に対する浸水防止設備につ

いては、内郭防護として T.M.S.L. +12.3m 以下の流入経路となる開口部に設置する設計とする。

タービン建屋内のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水に対する浸水防止設備については、内郭防護として T.M.S.L. +0.5m 以下の流入経路となる開口部に設置する設計とする。

浸水防止設備は、入力津波高さ又は津波による溢水の高さに余裕を考慮した高さの水位による静水圧に対する耐性を評価又は試験等により止水性を確認した方法により止水性を保持する設計とする。

c. 津波監視設備

津波監視設備は、津波の襲来状況を監視可能な設計とする。津波監視カメラは、波力及び漂流物の影響を受けない位置、取水槽水位計は波力及び漂流物の影響を受けにくい位置に設置し、津波監視機能が十分に保持できる設計とする。また、基準地震動 S_s に対して、機能を喪失しない設計とする。設計に当たっては、自然条件（積雪、風荷重等）との組合せを適切に考慮する。

津波監視設備のうち津波監視カメラは、7号機の非常用電源設備から給電し、暗視機能を有したカメラにより、昼夜にわたり中央制御室から監視可能な設計とする。

津波監視設備のうち取水槽水位計は、6号機の非常用電源設備から給電し、T.M.S.L. - 6.5m ~ +9.0m を測定範囲として、原子炉補機冷却海水ポンプが設置された補機冷却用海水取水槽の上昇側及び下降側の水位を中央制御室から監視可能な設計とする。

(2) 荷重の組合せ及び許容限界

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の耐津波設計における構造強度による機能維持は、以下に示す入力津波による荷重と津波以外の荷重の組合せを適切に考慮して構造強度評価を行い、その結果がそれぞれ定める許容限界内にあることを確認すること（解析による設計）により行う。なお、組み合わせる自然現象とその荷重の設定については、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に、地震荷重との組合せとその荷重の設定については、VI-2-1「耐震設計の基本方針」に従う。

a. 荷重の種類

(a) 常時作用する荷重

常時作用する荷重は持続的に生じる荷重であり、自重又は固定荷重、積載荷重、土圧及び海中施設に対する静水圧を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_s による地震力（動水圧含む。）とする。

(c) 津波荷重

各設備の設置位置における津波の形態から波圧及び静水圧を津波荷重として設定する。津波による荷重の設定に当たっては、各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさを考慮し、余裕の程度を検討した上で安全側の設定を行う。

(d) 余震荷重

入力津波による津波荷重と組み合わせる余震荷重は、弾性設計用地震動 S_d による地震力（動水圧含む。）を考慮する。

(e) 衝突荷重

漂流物の衝突により作用する衝突荷重を考慮する。衝突荷重の算定に当たっては、基準津波の特徴及び発電所のサイト特性に加え、衝突評価対象物（被衝突体）の設置場所並びに検討対象漂流物（衝突物）の種類及び衝突形態を考慮し、各種論文等にて提案される漂流物の衝突荷重算定式の中から適切なものを選定し算定する。

(f) 積雪荷重

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に従い、積雪荷重を考慮する。

(g) 風荷重

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に従い、風荷重を考慮する。

b. 荷重の組合せ

(a) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計における荷重の組合せとしては、常時作用する荷重、津波荷重、余震荷重、衝突荷重及び自然条件として積雪荷重を適切に考慮する。

(b) 浸水防止設備のうち建屋内に設置するものについては、津波荷重のうち波圧、衝突荷重及び自然条件による荷重は考慮しないこととする。

(c) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備のうち、積雪荷重の受圧面積が小さいもの、配置上又は形状上積雪が生じにくいもの、重量のある構造物であり積雪荷重が占める割合がわずかであるもの及び海中に設置されているものについては積雪荷重を考慮しないこととする。

(d) 津波監視設備のうち津波監視カメラについては「耐津波設計に係る工認審査ガイド」に従い設定した風荷重を保守的に考慮する。

c. 許容限界

津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の許容限界は，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰返し作用を想定し，施設・設備を構成する材料が概ね弾性状態に留まることを基本とする。

2.2 適用規格

適用する規格，基準，指針等を以下に示す。

- 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984（（社）日本電気協会）
- 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補含む）） J S M E S N C 1 -2005/2007（（社）日本機械学会）
- 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010改定）
- 建築基準法・同施行令
- 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）
- 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，1999改定）
- 日本産業規格（J I S）
- コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]（（社）土木学会，2002年制定）
- 港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，2007年版）
- 港湾鋼構造物防食・補修マニュアル（沿岸技術研究センター，2009年版）
- 道路橋示方書（I共通編・IV下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）
- 防波堤の耐津波設計ガイドライン（国土交通省港湾局，平成27年12月一部改訂）
- 建築物荷重指針・同解説（（社）日本建築学会，2015改定）
- Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition(FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY , 2012)
- 日本水道協会 2009年 水道施設耐震工法指針・解説
- 機械工学便覧（日本機械学会）

VI-1-1-3-2-2 基準津波の概要

目 次

1. 概要	1
2. 既往津波	1
3. 地震による津波	1
3.1 敷地周辺海域の活断層による津波	1
3.2 日本海東縁部の地震による津波	4
4. 地震以外を要因とする津波	7
4.1 海底地すべりによる津波	7
4.2 陸上地すべりによる津波	7
4.3 火山現象による津波	7
5. 津波発生要因の組合せの検討	9
6. 基準津波	9
7. 参考文献	18

1. 概要

本資料は、設置（変更）許可で設定した基準津波の概要を説明するものである。

基準津波は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、地震による津波、地震以外の要因による津波及びこれらの組合せによる津波を想定し、不確かさを考慮した上で設定し、設置（変更）許可を受けたものを用いる。

2. 既往津波

宇佐美ほか(2013)⁽¹⁾、渡辺(1998)⁽²⁾をはじめとする文献の調査によれば、敷地周辺において痕跡高が記録されている津波として、1833年の津波、1964年新潟地震津波、1983年日本海中部地震津波及び1993年北海道南西沖地震津波の4つが挙げられる。

1833年の津波では、出雲崎で2～3mを記録している。1964年新潟地震津波では、出雲崎で約1.3m、柏崎で約1.5m、直江津で約1.1mを記録している。1983年日本海中部地震津波では、寺泊で約0.5m、出雲崎で約0.6m、発電所敷地前面で約0.6mを記録している。また、1993年北海道南西沖地震津波では、寺泊で約1.7m、大湊で約1.5m、発電所敷地前面で約0.9m、米山海岸で約1.9mを記録している。

また、2007年新潟県中越沖地震津波では、発電所専用港湾外で最大上昇量0.27m、最大下降量0.44mであった。

このように柏崎周辺の沿岸で観測されている津波は最大でも3m程度であり、発電所の安全性に影響を与えるような津波の痕跡は認められない。

3. 地震による津波

敷地に大きな影響を与える可能性がある津波波源として、敷地周辺海域の活断層による地震と日本海東縁部に想定される地震について、検討を行った。

なお、太平洋側に想定されるプレート間地震及び海洋プレート内地震による津波については、想定される津波の規模及び敷地との位置関係から、敷地周辺海域の活断層による地震に伴う津波に比べ、発電所に及ぼす影響は小さいことから、検討対象波源として選定しない。

3.1 敷地周辺海域の活断層による津波

敷地周辺海域の活断層による津波の波源モデルを基本モデルとし、連動の不確かさを考慮したモデルとして、佐渡島南方断層～F-D断層～高田沖断層～親不知海脚西縁断層～魚津断層帯の連動（以下「5断層連動モデル」という。）及び長岡平野西縁断層帯（角田・弥彦断層～気比ノ宮断層～片貝断層）～山本山断層～十日町断層帯西部の連動（以下「長岡十日町連動モデル」という。）を考慮した。

敷地周辺海域の活断層分布図を図3-1に示す。また、取水口前面、荒浜側防潮堤前面及び荒浜側防潮堤内敷地における最大水位上昇量並びに取水口前面における最大水位下降量を表3-1に示す。

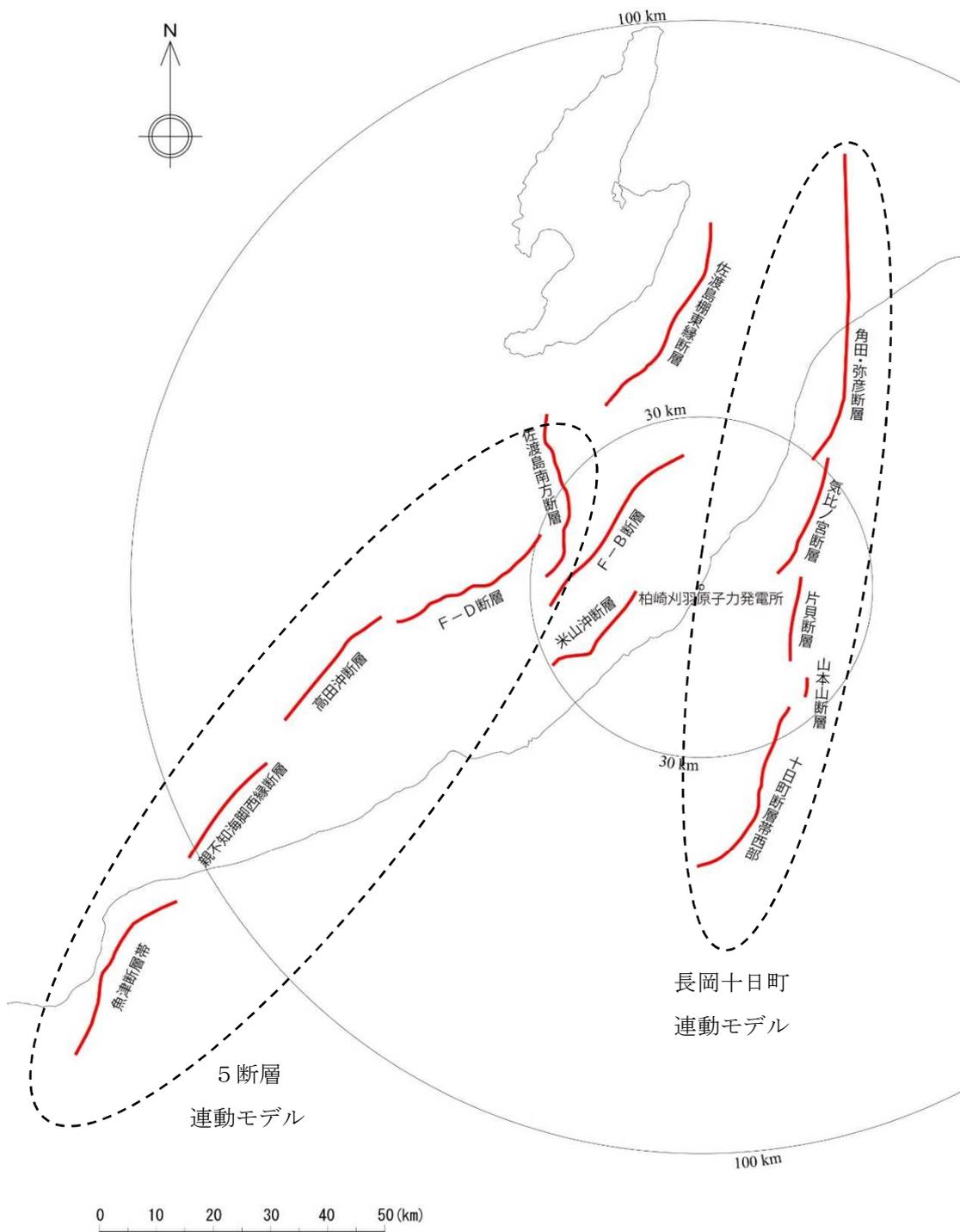


図 3-1 敷地周辺海域の活断層分布図

表 3-1 最大水位上昇量・最大水位下降量
(敷地周辺海域の活断層による津波)

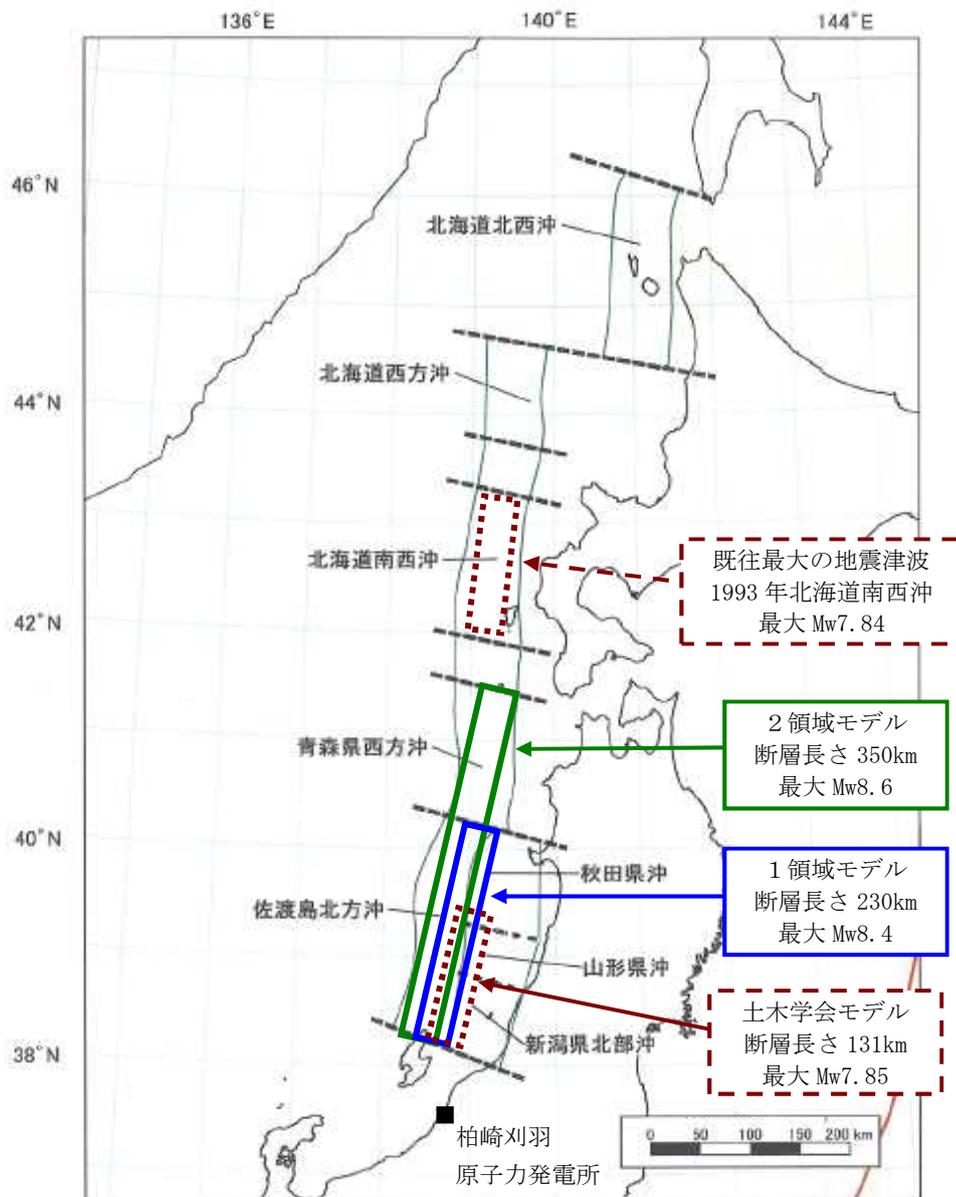
評価位置	最大水位上昇量 (m)		最大水位下降量 (m)
	あり	なし	あり
防潮堤	あり	なし	あり
1号機取水口前面	+4.61	+4.60	<u>-4.88</u>
2号機取水口前面	+4.99	+4.97	-4.70
3号機取水口前面	<u>+5.10</u>	+5.09	-4.63
4号機取水口前面	+5.03	+5.02	-4.60
5号機取水口前面	+3.94	+3.94	-3.27
6号機取水口前面	+4.00	+4.00	-3.77
7号機取水口前面	+4.17	+4.16	-3.77
荒浜側防潮堤前面	<u>+6.35</u>	-	-
荒浜側防潮堤内敷地	-	<u>+5.32</u>	-
決定ケース	5断層連動モデル 土木学会手法 スケーリング すべり角の組合せ ・佐渡島南方断層 62° ・F-D断層 ～高田沖断層 96° ・親不知海脚西縁断層 ～魚津断層帯 90° 上縁深さ 2.5km	5断層連動モデル 土木学会手法 スケーリング すべり角の組合せ ・佐渡島南方断層 62° ・F-D断層 ～高田沖断層 96° ・親不知海脚西縁断層 ～魚津断層帯 90° 上縁深さ 2.5km	長岡十日町連動モデル (傾斜角 35°) 強震動予測レシピ スケーリング すべり角の組合せ ・長岡平野西縁断層帯 ～山本山断層 72° ・十日町断層帯西部 90° 上縁深さ 0km

3.2 日本海東縁部の地震による津波

日本海東縁部に想定される地震による津波の波源モデルについては、歴史津波のうち地震規模が最も大きい1993年北海道南西沖地震津波を参考として、 $M_w7.85$ 、断層長さ約131kmの波源モデルが提案されている（土木学会，2016⁽³⁾）。ここで、日本海東縁部の既往の地震は、記録が限られていることを踏まえ、基本モデルは、地震調査研究推進本部(2003)⁽⁴⁾の評価対象領域の区分において、佐渡島北方沖，新潟県北部沖，山形県沖及び秋田県沖の領域が一度の地震で活動するものとして設定した（以下「1領域モデル」という。）。

連動の不確かさを考慮したモデルは、佐渡島北方沖から、青森県西方沖の領域の連動を考慮した（以下「2領域モデル」という。）。

1領域モデル及び2領域モデルの津波波源を図3-2に示す。また、取水口前面，荒浜側防潮堤前面及び荒浜側防潮堤内敷地において最大水位上昇量並びに取水口前面における最大水位下降量を表3-2に示す。



地震調査研究推進本部 (2003) ⁽⁴⁾ に加筆

図 3-2 日本海東縁部の想定波源図

表 3-2(1) 最大水位上昇量・最大水位下降量
(日本海東縁部の地震による津波(1領域モデル))

評価位置	最大水位上昇量(m)		最大水位下降量(m)
	あり	なし	
防潮堤	あり	なし	あり
1号機取水口前面	+5.18	+5.16	<u>-5.19</u>
2号機取水口前面	+5.20	+5.17	-5.06
3号機取水口前面	+5.16	+5.13	-4.97
4号機取水口前面	+5.14	+5.11	-4.94
5号機取水口前面	<u>+5.26</u>	<u>+5.26</u>	-3.26
6号機取水口前面	+5.20	+5.20	-3.76
7号機取水口前面	+5.09	+5.09	-3.76
荒浜側防潮堤前面	<u>+5.23</u>	—	—
荒浜側防潮堤内敷地	—	<u>+5.15</u>	—
決定ケース	1領域モデル 強震動予測レシピア スケーリング すべり角 90° 上縁深さ 0km	1領域モデル 強震動予測レシピア スケーリング すべり角 90° 上縁深さ 0km	1領域モデル 強震動予測レシピア スケーリング すべり角 100° 上縁深さ 5km

表 3-2(2) 最大水位上昇量・最大水位下降量
(日本海東縁部の地震による津波(2領域モデル))

評価位置	最大水位上昇量(m)		最大水位下降量(m)
	あり	なし	
防潮堤	あり	なし	あり
1号機取水口前面	<u>+5.90</u>	+5.83	<u>-5.51</u>
2号機取水口前面	+5.73	+5.67	-5.48
3号機取水口前面	+5.57	+5.52	-5.48
4号機取水口前面	+5.51	+5.46	-5.51
5号機取水口前面	+5.44	+5.44	-3.26
6号機取水口前面	+5.43	+5.43	-3.76
7号機取水口前面	+5.46	+5.46	-3.76
荒浜側防潮堤前面	<u>+6.05</u>	—	—
荒浜側防潮堤内敷地	—	<u>+5.47</u>	—
決定ケース	2領域モデル 強震動予測レシピア スケーリング すべり角 100° 上縁深さ 5km	2領域モデル 強震動予測レシピア スケーリング すべり角 100° 上縁深さ 5km	2領域モデル 強震動予測レシピア スケーリング すべり角 100° 上縁深さ 5km

4. 地震以外を要因とする津波

発電所に影響を与える可能性がある地震以外の要因による津波として、海底地すべり、陸上の斜面崩壊（地すべり）（以下「陸上地すべり」という。）及び火山現象による津波を考慮している。

4.1 海底地すべりによる津波

敷地周辺海域の海底地すべり地形判読及び海上音波探査記録による検討から抽出された、図4-1に示す複数の地すべり地形のうち、地すべり地形の崩壊規模と敷地との距離等に基づき、計3箇所（LS-1, LS-2, LS-3）を検討対象とし、津波波源を設定している。

4.2 陸上地すべりによる津波

防災科学技術研究所(2004)⁽⁵⁾から地すべり地形の分布、規模等を確認した結果、地すべり地形は規模が小さく、発電所側を向いていないことから、斜面崩壊に伴う津波の影響は小さいと評価している。

佐渡島は、敷地から約50km以上離れているものの、佐渡島南岸は、佐渡海峡を挟んで敷地と相対する位置にあたるため、防災科学技術研究所(1986)⁽⁶⁾から、比較的規模が大きく発電所に影響を及ぼす可能性のある地すべり地形として、図4-2に示す計5箇所（SD-1～5）を抽出した。抽出された地すべり地形に対して、Huber and Hager(1997)⁽⁷⁾による水位予測式を用いてスクリーニングを行った上で、SD-5を検討対象とし、津波波源を設定している。

4.3 火山現象による津波

火山現象による津波については、1741年の津波が、渡島大島の火山活動に伴う山体崩壊による津波とされているが、地震による津波における遡上解析に基づく津波高さを十分に下回っていることから、火山現象による津波の影響は地震による津波より小さいと評価している。

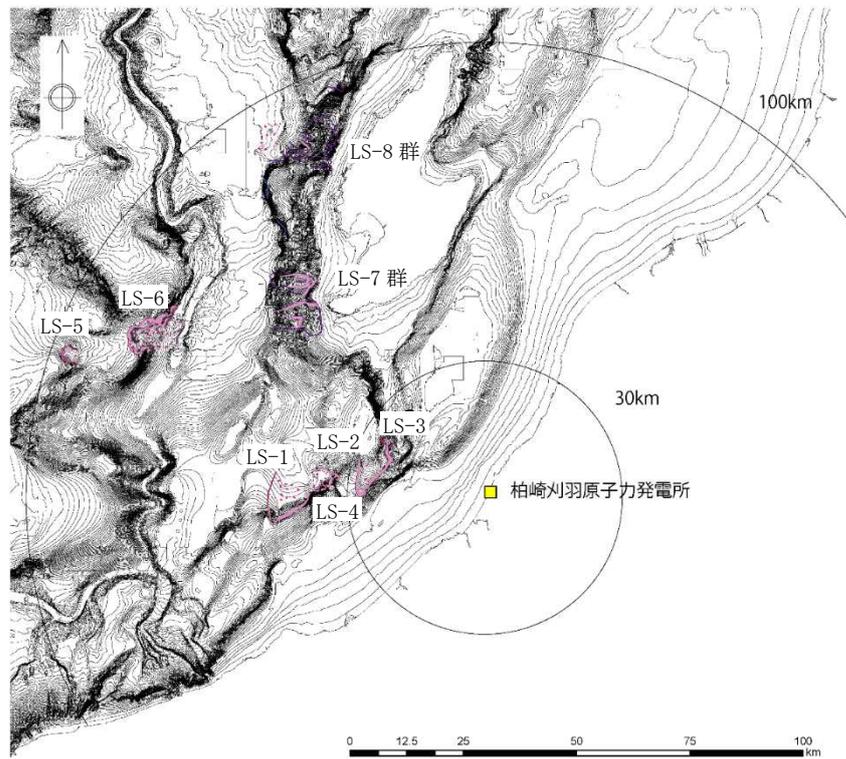


図 4-1 主な海底地すべり地形

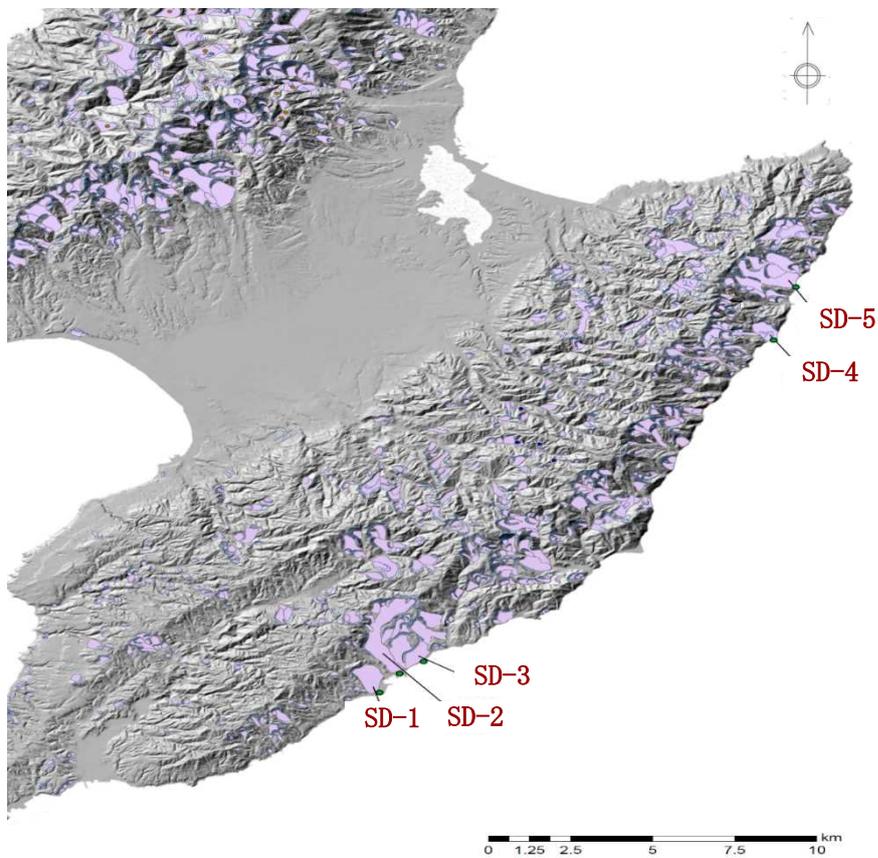


図 4-2 佐渡島における陸上地すべり地形

5. 津波発生要因の組合せの検討

地震による津波と地震以外の要因による津波の組合せとして、「4.1 海底地すべりによる津波」及び「4.2 陸上地すべりによる津波」の検討結果から、海底地すべりによる津波を選定し、地震による津波との組合せを考慮した遡上解析を行っている。

6. 基準津波

これまでの評価から、取水口前面及び荒浜側防潮堤内敷地において最高水位を示す津波を基準津波1，取水口前面において最低水位を示す津波を基準津波2，荒浜側防潮堤前面において最高水位を示す津波を基準津波3と定義した。

基準津波策定位置は、敷地前面海域の海底地形の特徴を踏まえ、施設からの反射波の影響が微小となる、水深100m（敷地の沖合約7km）の地点を選定した。策定位置を図6-1に示す。基準津波策定位置における最高水位及び最低水位を表6-1に、時刻歴波形を図6-2に示す。

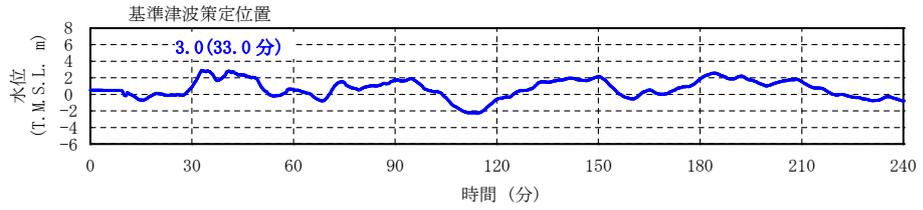
基準津波による取水口前面，荒浜側防潮堤前面及び荒浜側防潮堤内敷地における最高水位並びに最低水位を表6-2に、水位の時刻歴波形を図6-3～図6-6に、最高水位分布及び最低水位分布を図6-7～図6-10示す。



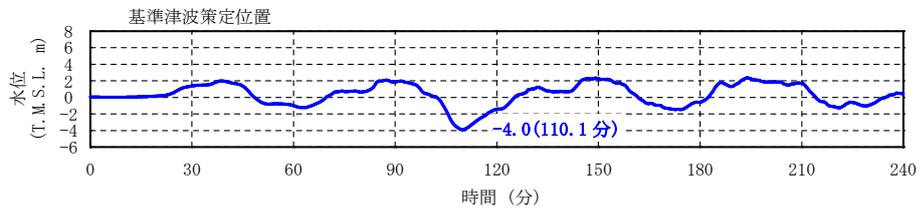
図 6-1 基準津波策定位置

表 6-1 基準津波策定位置における最高水位及び最低水位

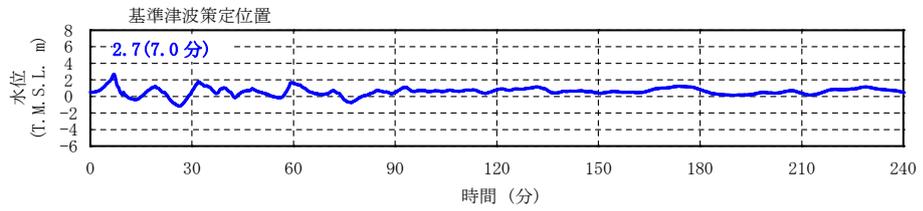
名称	水位	地震	波源のモデル化 (スケーリング則)	組合せ	最高水位 T. M. S. L. (m)	最低水位 T. M. S. L. (m)
基準津波 1	上昇側	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシピ	地震+潮位 +海底地すべり	+3.0	-2.3
基準津波 2	下降側	日本海東縁部 (2領域モデル)	強震動予測 レシピ	地震+潮位	+2.4	-4.0
基準津波 3	上昇側	海域の活断層 (5断層連動モデル)	土木学会 手法	地震+潮位 +海底地すべり	+2.7	-1.2



(1) 基準津波 1 日本海東縁部(2領域モデル)+LS-2



(2) 基準津波 2 日本海東縁部(2領域モデル)



(3) 基準津波 3 敷地周辺海域の活断層(5断層連動モデル)+LS-2

図 6-2 基準津波策定位置における時刻歴波形

表 6-2 基準津波の最高水位及び最低水位

名称	水位	地震	波源の モデル化 (スケーリング 則)	組合せ	水位 T. M. S. L. (m)										
					取水口前面							荒浜側 防潮堤 前面	荒浜側 防潮堤 内敷地	遡上域	
					1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機			荒浜側	大湊側
基準 津波 1	上昇側	日本海 東縁部 (2領域モデル)	強震動 予測 レシピ	+海底地すべり 地震+潮位	<u>+6.8</u>	+6.7	+6.5	+6.4	+6.2	+6.2	+6.1	+7.1	<u>+6.7</u> *	+7.4	+6.9
基準 津波 2	下降側	日本海 東縁部 (2領域モデル)	強震動 予測 レシピ	地震+潮位	-5.3	-5.3	-5.3	<u>-5.4</u>	-3.0	-3.5	-3.5	+5.0	-	+5.1	+5.7
基準 津波 3	上昇側	海域の 活断層 (5断層運動 モデル)	土木学会 手法	+海底地すべり 地震+潮位	+5.1	+5.3	+5.5	+5.4	+4.5	+4.5	+4.6	<u>+7.6</u>	-	+7.6	+7.5

注記* : 防潮堤なしのケースにおける水位

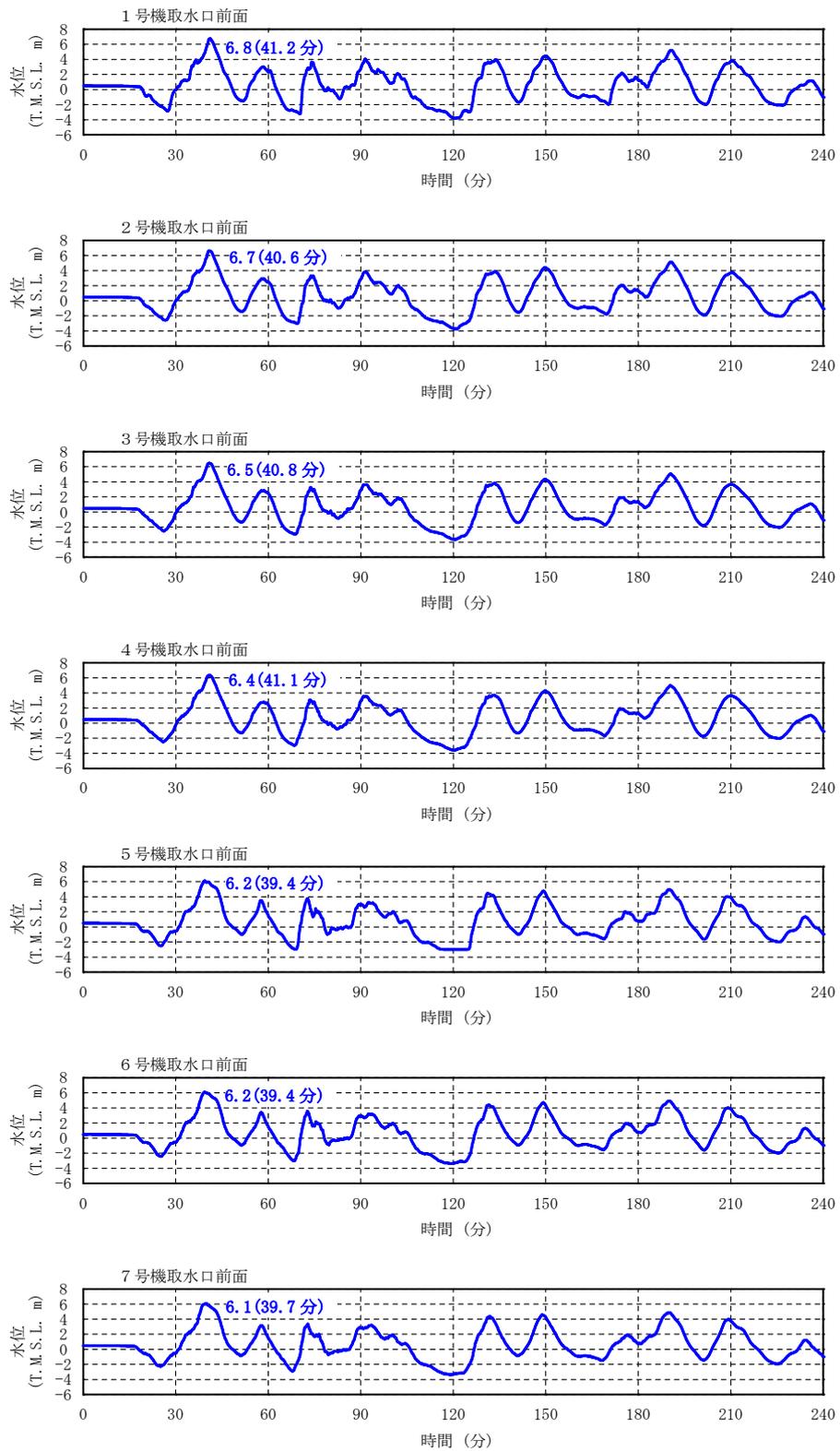


図 6-3 取水口前面における時刻歴波形
(基準津波 1, 日本海東縁部(2 領域モデル)+LS-2)

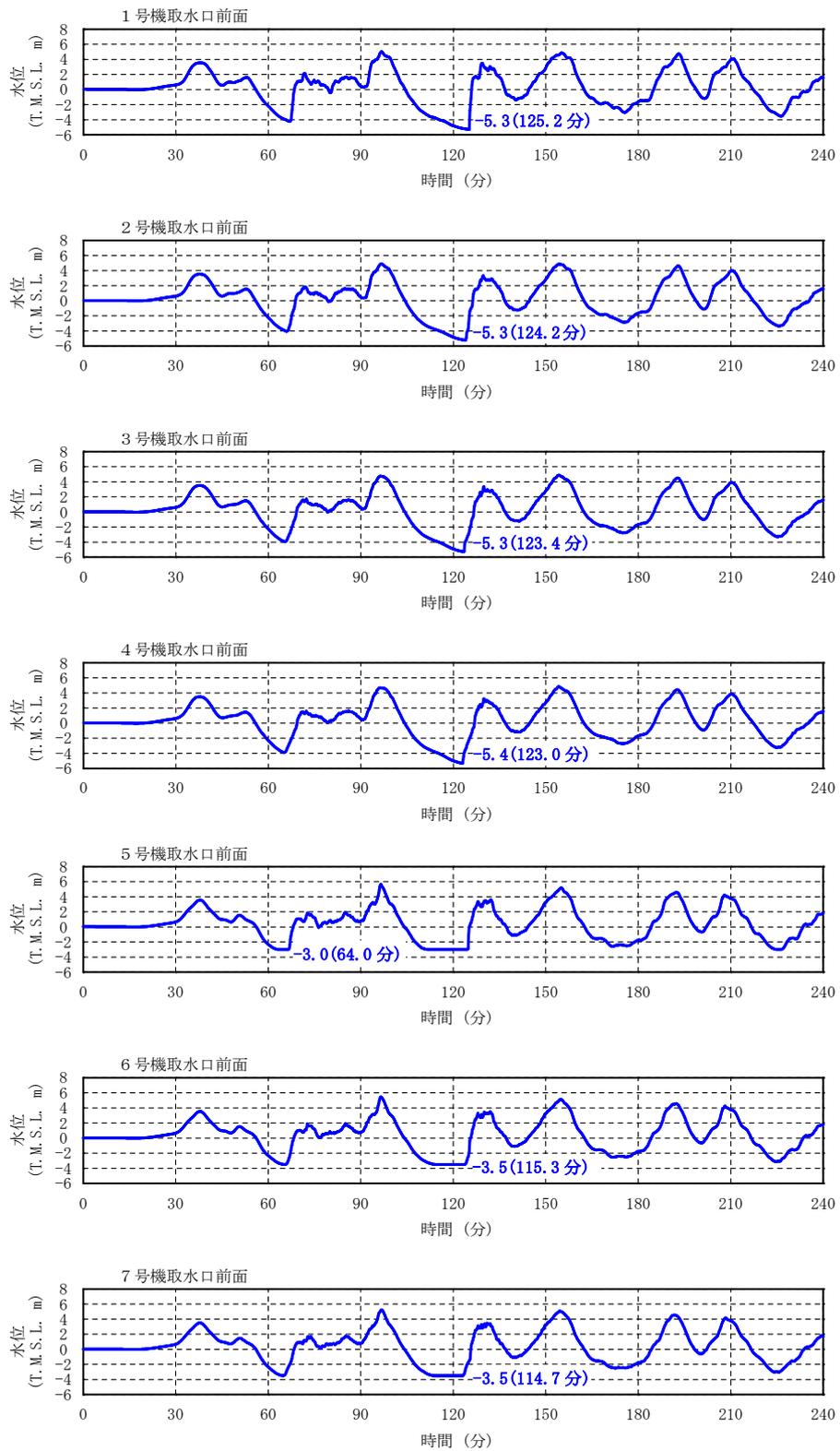


図 6-4 取水口前面における時刻歴波形
(基準津波 2, 日本海東縁部 (2 領域モデル))

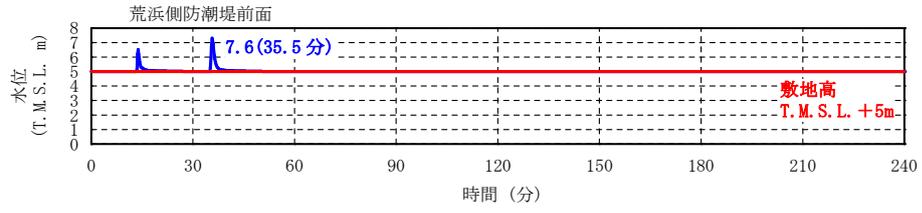


図 6-5 荒浜側防潮堤前面における時刻歴波形
(基準津波 3, 敷地周辺海域の活断層(5断層連動モデル)+LS-2)

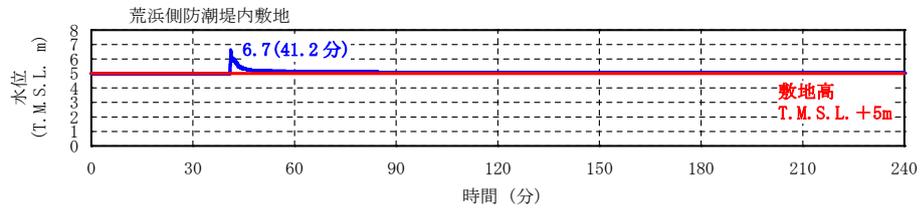


図 6-6 荒浜側防潮堤内敷地における時刻歴波形
(基準津波 1, 日本海東縁部(2領域モデル)+LS-2)

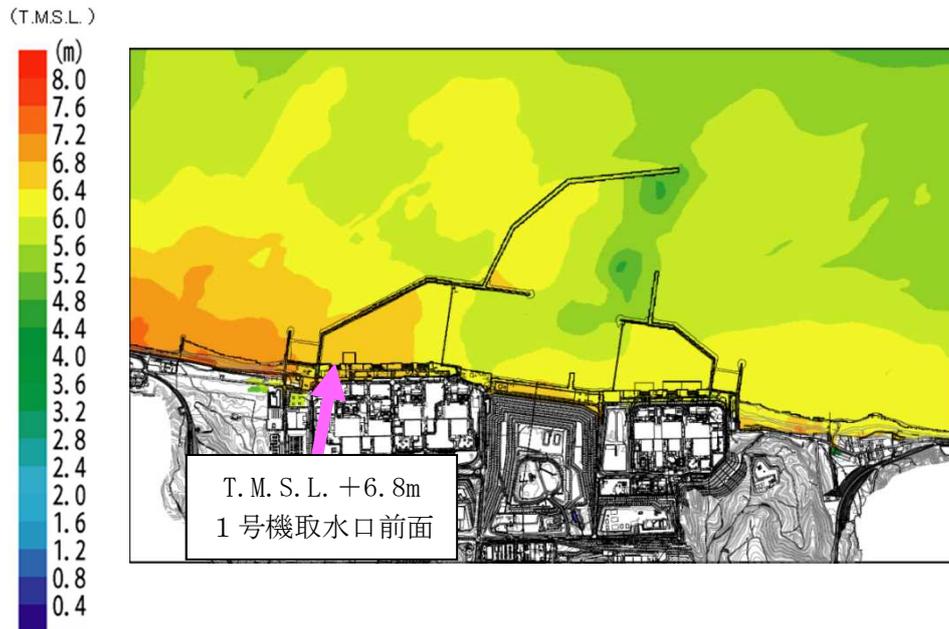


図6-7 最高水位分布
 基準津波1：取水口前面上昇側最大ケース
 (日本海東縁部(2領域モデル)+LS-2)

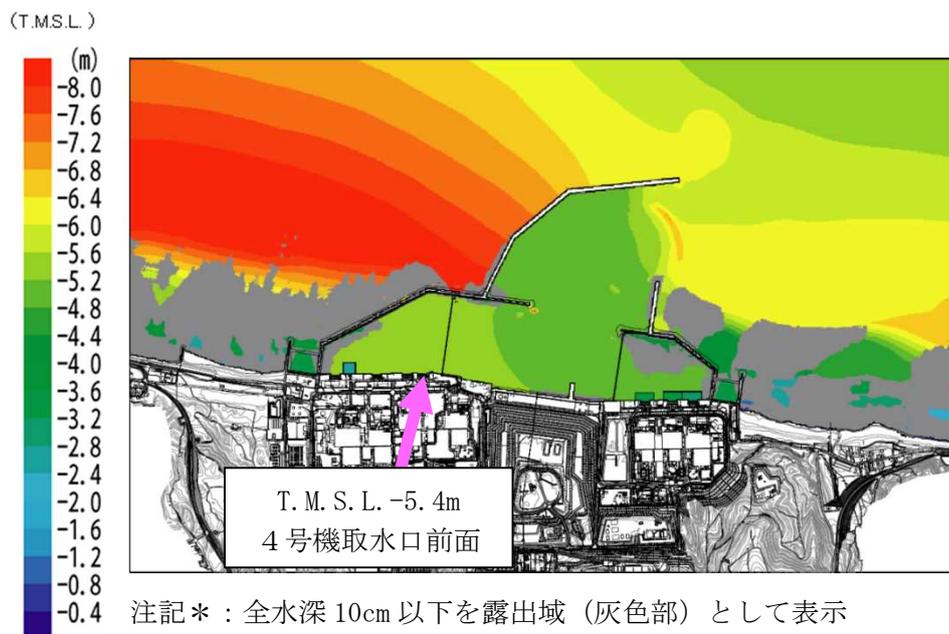


図6-8 最低水位分布
 基準津波2：取水口前面下降側最大ケース
 (日本海東縁部(2領域モデル))

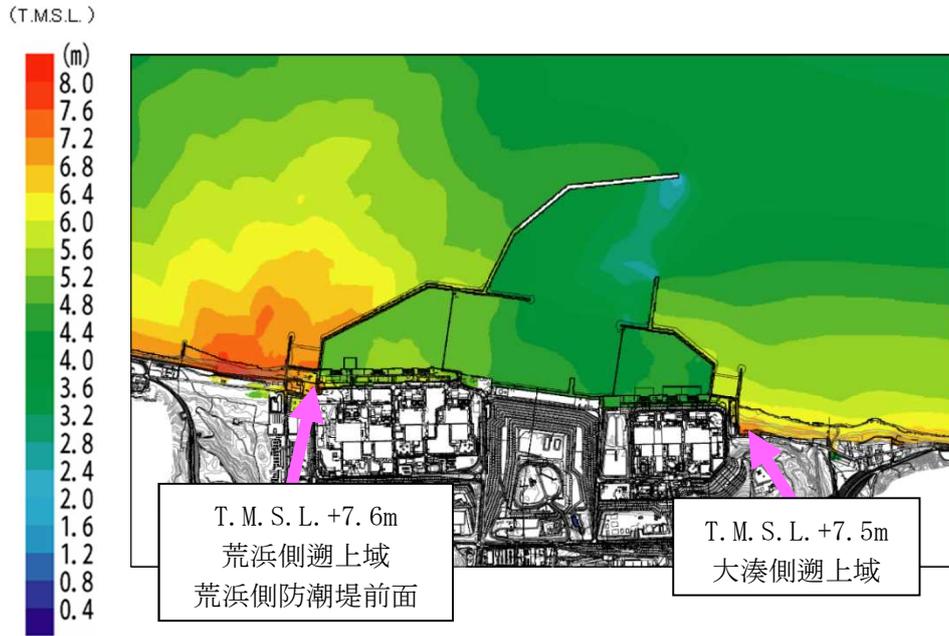


図 6-9 最高水位分布

基準津波 3 : 荒浜側防潮堤前面および遡上域最大水位ケース
 (敷地周辺海域の活断層 (5 断層連動モデル) +LS-2)

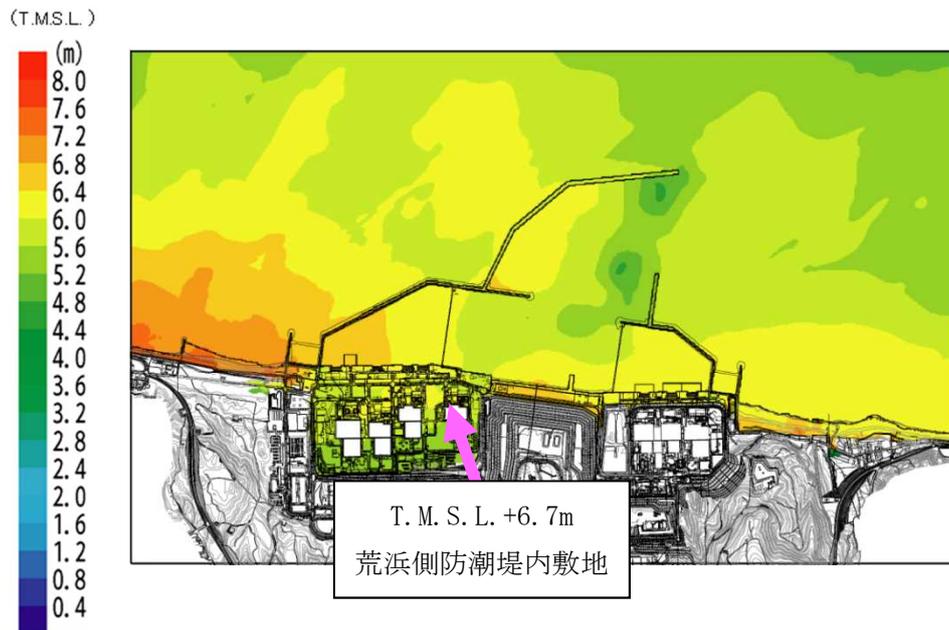


図 6-10 最高水位分布

基準津波 1 : 荒浜側防潮堤内敷地最大水位ケース
 (日本海東縁部 (2 領域モデル) +LS-2)

7. 参考文献

- (1) 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子 (2013) : 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会.
- (2) 渡辺偉夫 (1998) : 日本被害津波総覧 [第2版], 東京大学出版会.
- (3) 土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会 (2016) : 原子力発電所の津波評価技術 2016.
- (4) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003) : 日本海東縁部の地震活動の長期評価.
- (5) 防災科学技術研究所 (2004) : 地すべり地形分布図 第17集「長岡・高田」, 防災科学技術研究所研究資料, 第244号.
- (6) 防災科学技術研究所 (1986) : 地すべり地形分布図 第4集「村上・佐渡」, 防災科学技術研究所研究資料, 第109号.
- (7) Huber, A. and W. H. Hager (1997) : Forecasting impulse waves in reservoirs, Dix-neuvième Congrès des Grands Barrages C.31:993-1005, Florence, Italy, Commission Internationale des Grands Barrages, Paris.

VI-1-1-3-2-3 入力津波の設定

目 次

1. 概要	1
2. 敷地の地形及び施設・設備並びに敷地周辺の人工構造物	2
2.1 敷地の地形及び施設・設備	2
2.2 敷地周辺の人工構造物	7
3. 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域	10
3.1 考慮事項	10
3.2 遡上解析モデル	11
3.3 敷地周辺の遡上・浸水域の評価	13
4. 入力津波の設定	16
4.1 考慮事項	17
4.1.1 水位変動	17
4.1.2 地殻変動	18
4.2 遡上波	20
4.3 経路からの津波	23
5. 基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合せについて	30
5.1 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が同一の場合	30
5.2 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が異なる場合	30

1. 概要

本資料は、入力津波の設定について説明するものである。

入力津波の設定においては、敷地及び敷地周辺における地形、施設・設備及び人工構造物の位置等を把握し、遡上解析モデルを適切に設定した上で、遡上解析により、基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域を評価する。

評価結果に基づき、各施設・設備の設計又は評価に用いる入力津波として、敷地への遡上に伴う入力津波(以下「遡上波」という。)と取水路・放水路等の経路からの流入に伴う入力津波(以下「経路からの津波」という。)を設定する。

また、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物の耐震設計において基準地震動との組合せで考慮する津波高さを設定する。

2. 敷地の地形及び施設・設備並びに敷地周辺の人工構造物

2.1 敷地の地形及び施設・設備

柏崎刈羽原子力発電所の敷地は、新潟県の柏崎市及び刈羽村の海岸沿いに位置する。敷地の地形は日本海に面したなだらかな丘陵地であり、その形状は、汀線を長軸とし、背面境界の稜線が北東－南西の直線状を呈した、海岸線と平行したほぼ半楕円形であり、北・東・南の三方を標高20～60m前後の丘陵に囲まれる形で日本海に臨んでいる。敷地周辺の地形は、敷地の北側及び東側は寺泊・西山丘陵及び中央丘陵からなり、南側は柏崎平野からなる。発電所周辺の河川としては、別山川が敷地背面の柏崎平野を流れ、敷地南方約5kmで鯖石川が別山川と合流して日本海に注いでいる。発電所の敷地は、北側の敷地（以下「大湊側敷地」という。）と南側の敷地（以下「荒浜側敷地」という。また、後述の荒浜側防潮堤内であることを識別する場合は「荒浜側防潮堤内敷地」という。）に大きく分かれており、大湊側敷地の主要面高さはT. M. S. L. + 12m、荒浜側敷地の主要面高さはT. M. S. L. + 5mである。また、他にT. M. S. L. + 3mの北側の護岸部（以下「大湊側護岸部」という。）、南側の護岸部（以下「荒浜側護岸部」という。）及びT. M. S. L. + 12mより高所の敷地がある。

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画として、T. M. S. L. + 12mの大湊側敷地に原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋を設置する。屋外設備としては、燃料設備の一部（軽油タンク及び燃料移送ポンプ）を同じT. M. S. L. + 12mの大湊側敷地に設置する。また、非常用取水設備として、海水貯留堰、スクリーン室、取水路、補機冷却用海水取水路（以下「補機取水路」という。）及び補機冷却用海水取水槽（以下「補機取水槽」という。）を設置する。

なお、非常用海水冷却系の原子炉補機冷却海水ポンプはタービン建屋内の補機取水槽の上部床面に設置する。

浸水防止設備として、補機取水槽の上部床面に取水槽閉止板を設置する。また、タービン建屋内の区画境界部及び他の建屋との境界部には、水密扉及び床ドレンライン浸水防止治具の設置並びに貫通部止水処置を実施する。

津波監視設備として、補機取水槽の上部床面（T. M. S. L. + 3.5m）に取水槽水位計を設置し、7号機主排気筒のT. M. S. L. + 76mの位置に津波監視カメラを設置する。

敷地内の遡上域の建物・構築物等としては、T. M. S. L. + 3mの護岸部に除塵装置やその電源室、点検用クレーンや仮設ハウス類等があり、T. M. S. L. + 5mの荒浜側防潮堤内敷地には、各種の建屋類や軽油タンク等がある。

重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画としては、設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の範囲に加え、格納容器圧力逃がし装置を敷設する区画、常設代替交流電源設備を敷設する区画、5号機原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画）、

5号機東側保管場所，5号機東側第二保管場所，大湊側高台保管場所及び荒浜側高台保管場所を設置する。なお，いずれの建屋及び区画も浸水を防止する敷地内に設置する。

柏崎刈羽原子力発電所の敷地及び敷地周辺の地形，標高，河川を図2-1に，また，浸水を防止する敷地を図2-2に，津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を図2-3に示す。

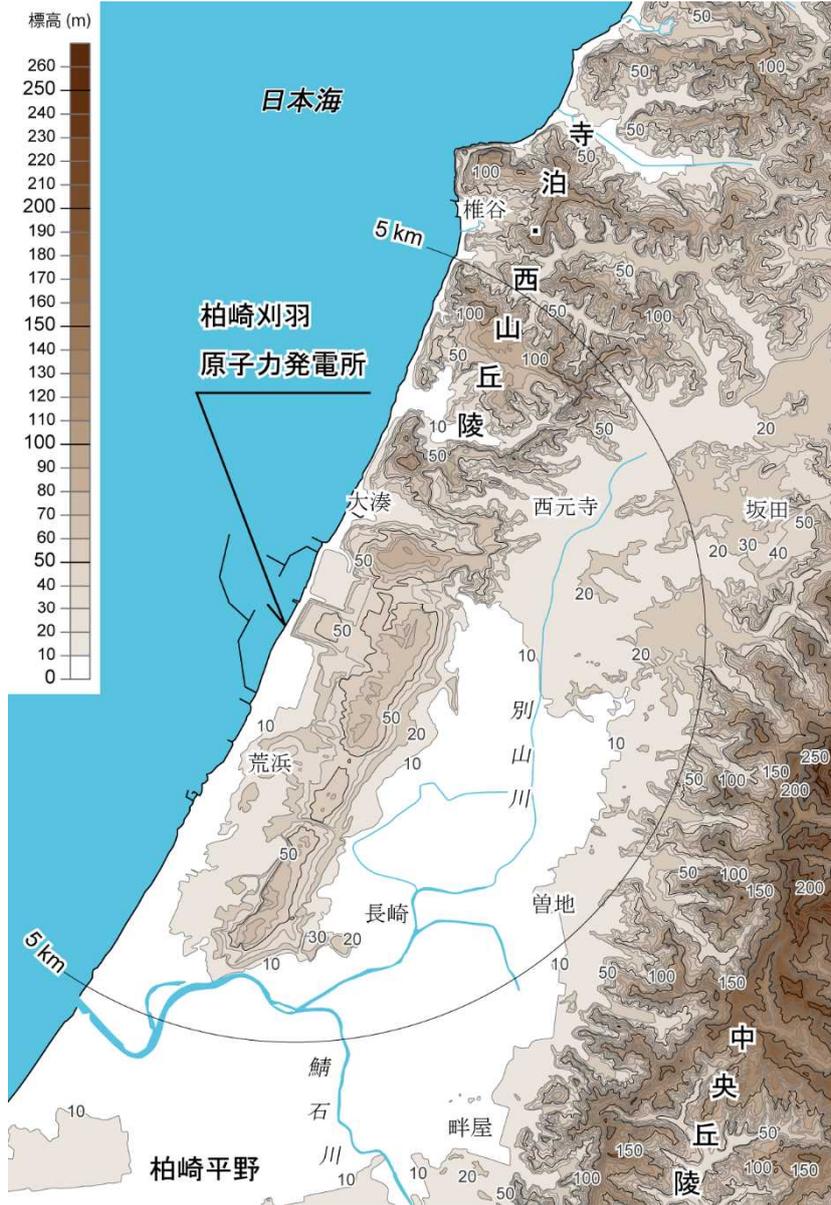


図 2-1 敷地及び敷地周辺の地形，標高，河川

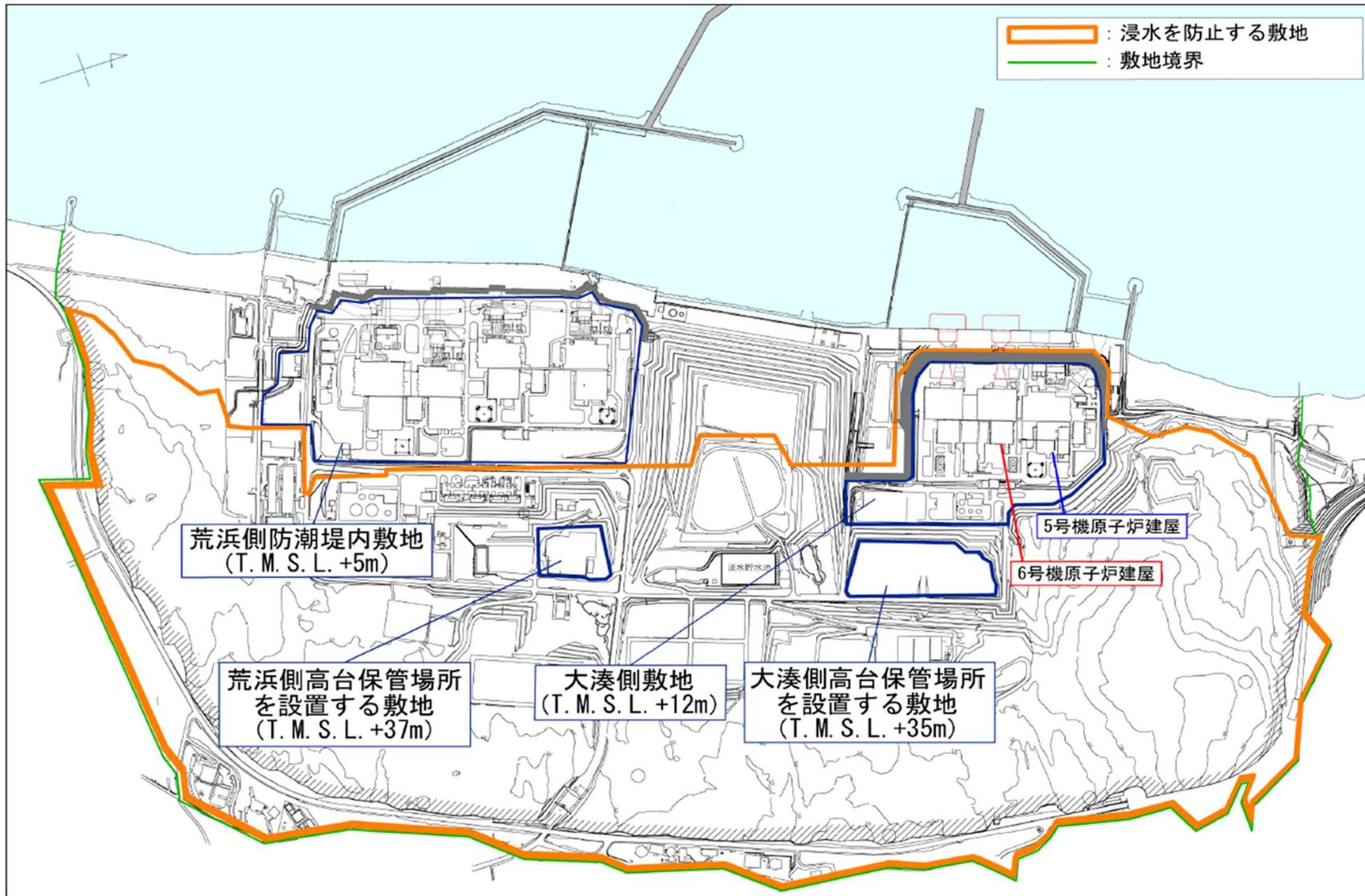


図 2-2 浸水を防止する敷地 (柏崎刈羽原子力発電所の敷地全体)

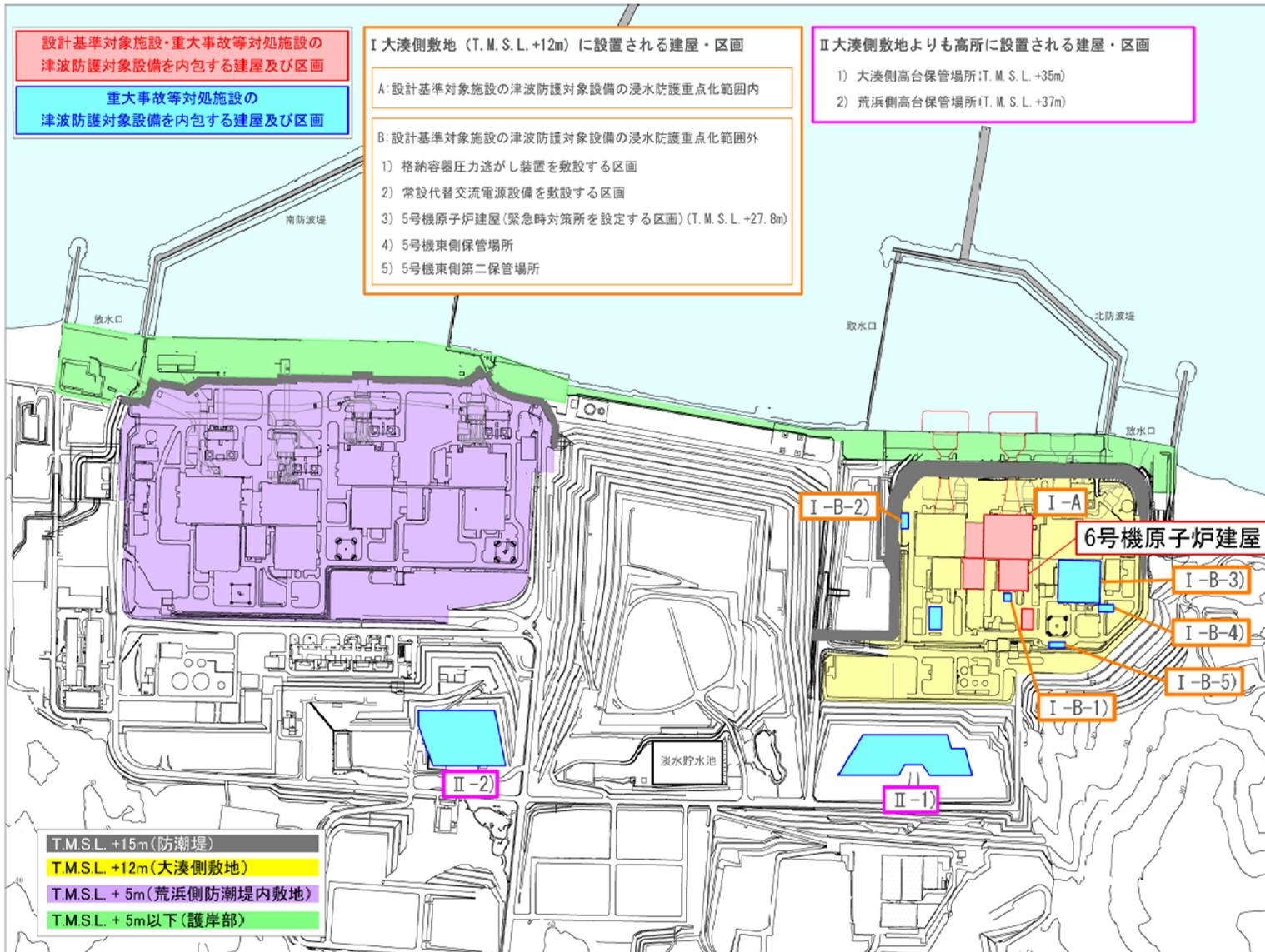


図 2-3 津波防護対象設備を内包する建屋及び区画 (発電所全体)

2.2 敷地周辺の人工構造物

港湾施設としては、発電所構内には物揚場、揚陸栈橋及び小型船栈橋があり、発電所構外には南方約3kmに荒浜漁港がある。同漁港は、防波堤が整備されており、漁船及びプレジャーボートが約30隻停泊している。この他には発電所5km圏内に港湾施設はなく、定置網等の固定式漁具、浮筏、浮栈橋等の海上設置物もない。柏崎刈羽原子力発電所からおおむね半径5km圏内の港湾施設等の位置を図2-4に示す。

敷地周辺の状況としては、民家、倉庫等があり、敷地前面海域における通過船舶としては、海上保安庁の巡視船がパトロールしている。また、図2-5に示すように、海上交通として発電所沖合約30kmに赤泊と寺泊、小木と直江津及び敦賀と新潟を結ぶ定期航路がある。

漂流物の評価については、VI-1-1-3-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」に示す。

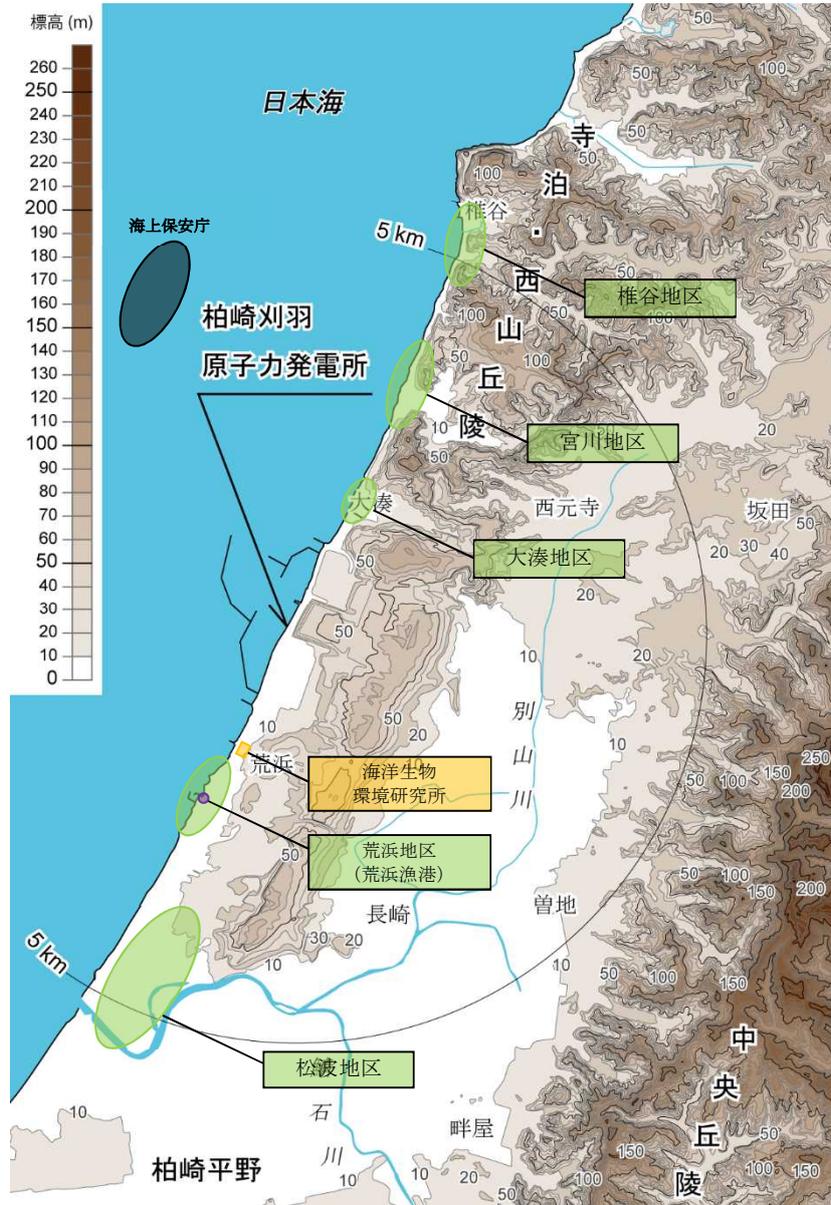


図2-4 柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺図



図 2-5 柏崎刈羽原子力発電所の周辺航路

3. 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域

3.1 考慮事項

遡上解析に当たっては、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震に伴う液状化、流動化又はすべりによる標高変化を考慮した解析を実施し、遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む。）の可能性について確認する。なお、敷地の周辺斜面が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている箇所はない。

また、敷地周辺を流れる河川として、敷地南方約5kmの位置に鯖石川が、鯖石川から分岐する形で敷地背面に別山川が存在するが、これらの河川とは丘陵を隔てており、敷地への遡上波に影響することはない。

遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、基準地震動に伴い地形変化及び標高変化が生じる可能性を踏まえ、基準地震動により液状化するおそれがある埋戻土層及び新期砂層・沖積層等については、液状化による地盤の沈下量を設定し、遡上解析の条件として考慮する。また、基準地震動により斜面が崩壊し、津波の遡上に影響を及ぼすおそれがある中央土捨場西側斜面及び荒浜側防潮堤内敷地を取り囲む斜面については、斜面崩壊による土砂の堆積形状を設定し、遡上解析の条件として考慮する。さらに、発電所の防波堤及び荒浜側防潮堤については、基準地震動による損傷の可能性のあることから、その有無を遡上解析の条件として考慮する。この上で、これらの条件及び条件の組合せを考慮した遡上解析を実施し、遡上域や津波水位を保守的に想定する。

基準津波の波源となる地震による広域的な地殻変動については、水位上昇側で考慮する波源のうち、日本海東縁部（2領域モデル）に想定される地震では0.21mの沈降を、海域の活断層（5断層連動モデル）に想定される地震では0.29mの沈降を、それぞれ遡上解析の初期条件として考慮する。

また、初期潮位は、朔望平均満潮位T.M.S.L. + 0.49mに潮位のばらつき0.16mを考慮してT.M.S.L. + 0.65mとする。

遡上域となる大湊側の敷地海側の大部分はアスファルトまたはコンクリートで舗装されているため、洗掘による地形の変化は生じない。

3.2 遡上解析モデル

基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価に当たっては、遡上解析に影響を及ぼす斜面や道路等の地形とその標高及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し、遡上域の格子サイズ（最小5.0m）に合わせた形状にモデル化する。

敷地沿岸域及び海底地形は、海域では一般財団法人 日本水路協会（2011）、一般財団法人 日本水路協会（2008～2011）、深浅測量等による地形データを使用し、陸域では、国土地理院（2013）等による地形データを使用する。また、取水路、放水路等の諸元及び敷地標高については、発電所の竣工図等を使用する。

伝播経路上の人工構造物については、図面を基に遡上解析上影響を及ぼす構造物を考慮し、遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。

図3-1に遡上解析モデルへ反映した施設・設備及び標高、地形モデルの代表例を示す。

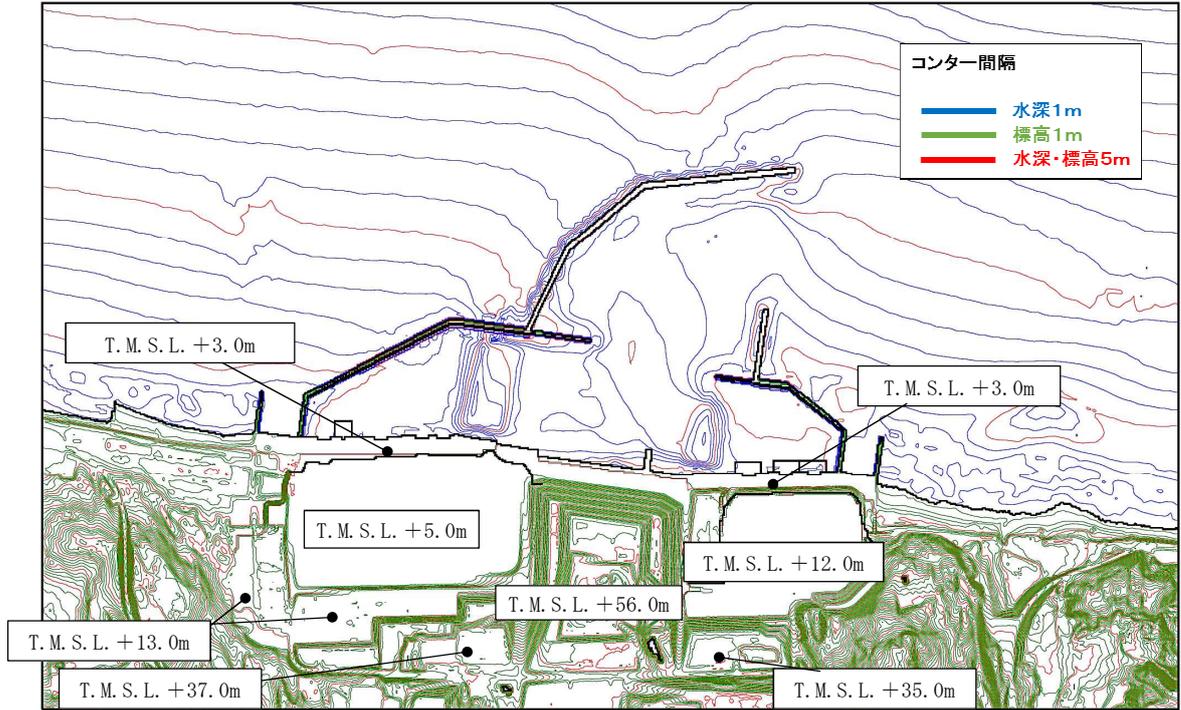


図 3-1(1) 津波遡上解析の地形モデル
(敷地近傍, 防潮堤あり, 現地形)

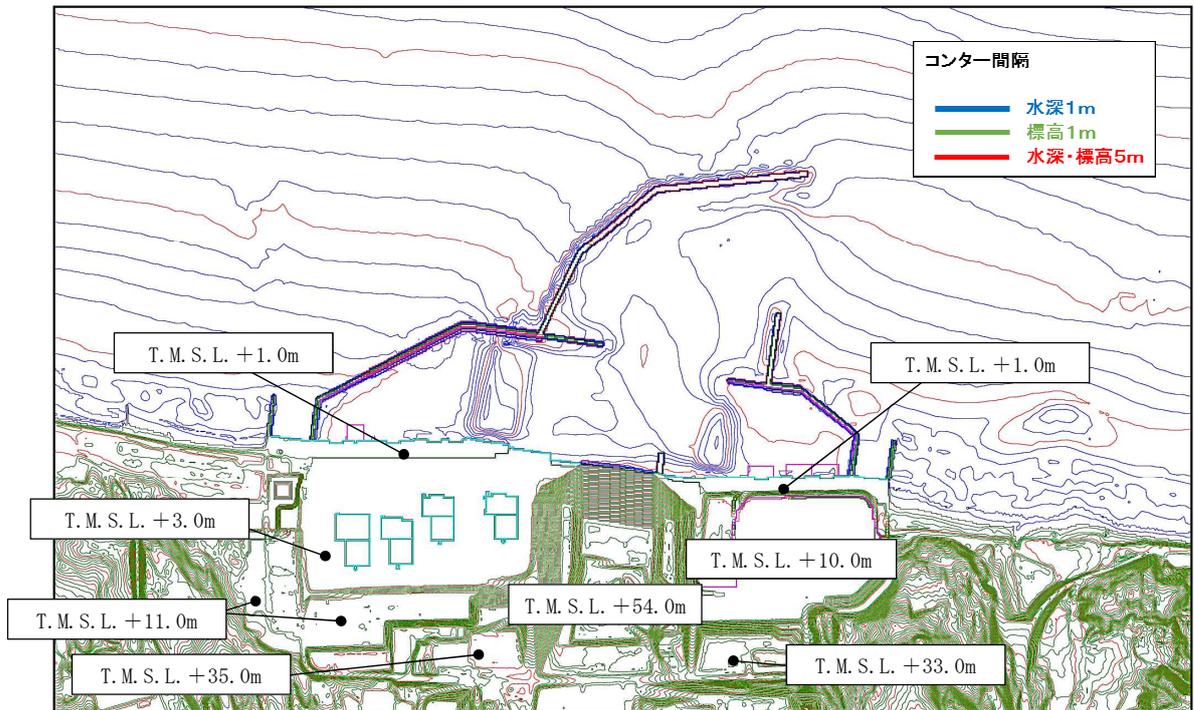
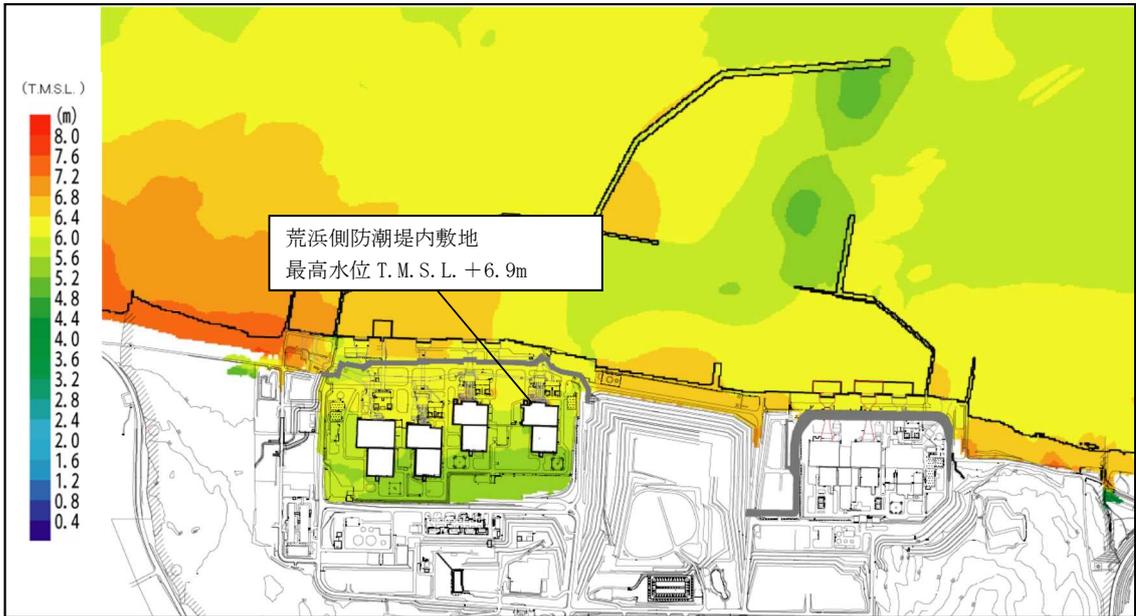


図 3-1(2) 津波遡上解析の地形モデル
(敷地近傍, 防潮堤なし, 沈下 2m, 斜面崩壊あり)

3.3 敷地周辺の遡上・浸水域の評価

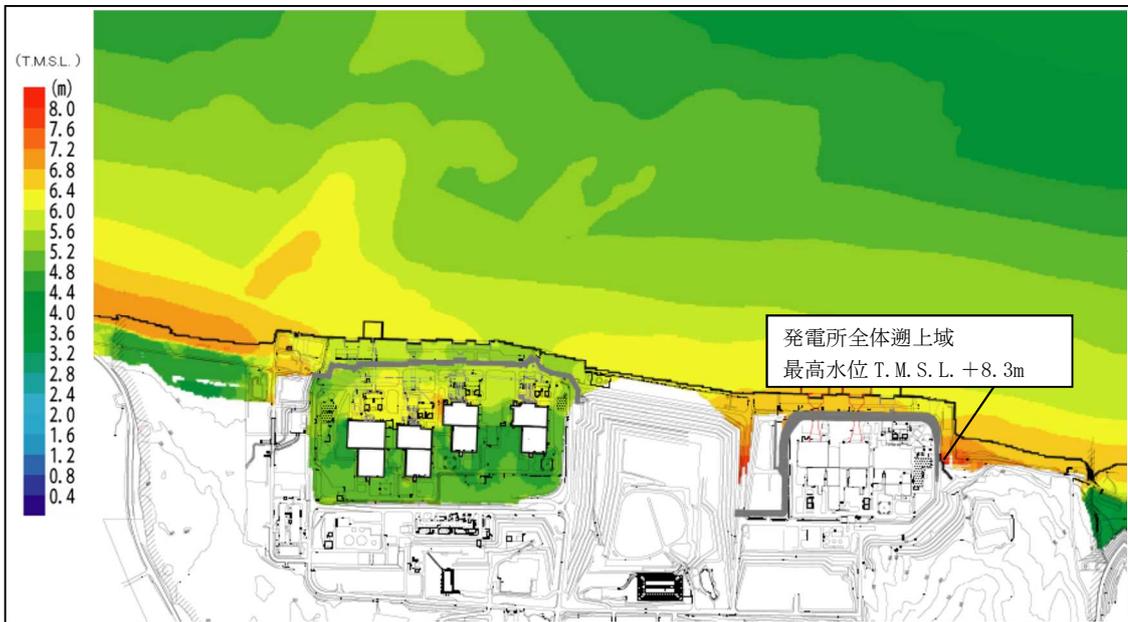
基準津波による遡上解析結果のうち，図3-2に最高水位分布を，図3-3に最大浸水深分布を示す。

津波の遡上高さは，最大で大湊側北部でT.M.S.L. +8.3mとなっており，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置されたT.M.S.L. +12mの敷地に津波は到達しない。



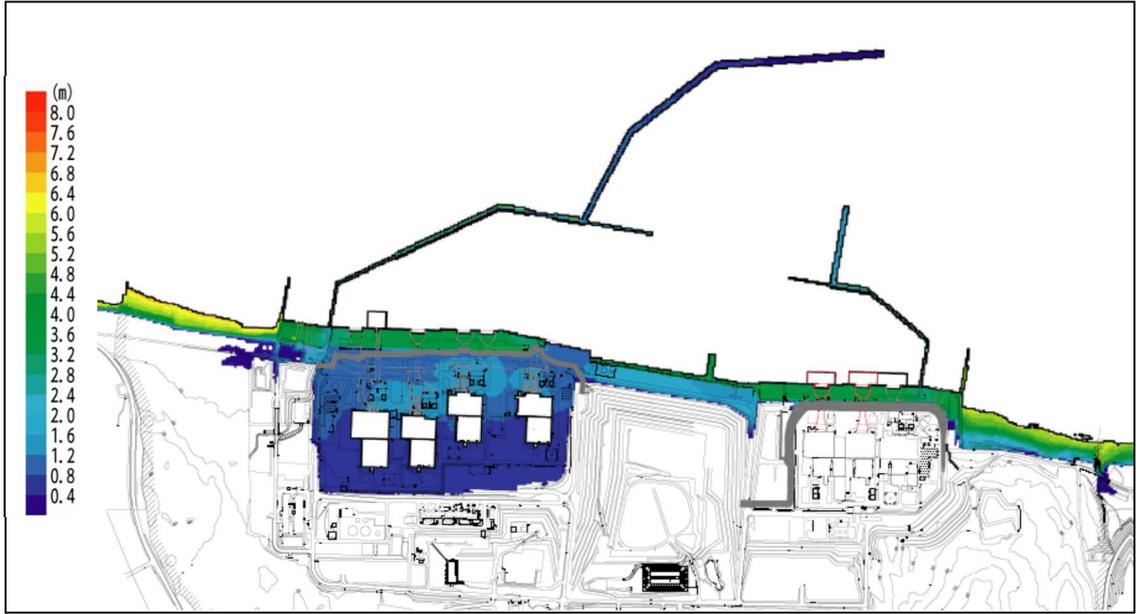
注記＊：朔望平均満潮位(T. M. S. L. +0.49m)，潮位のばらつき(0.16m)，地殻沈降量(0.21m)を考慮した基準津波1による水位

図3-2(1) 基準津波による荒浜側防潮堤内敷地の最高水位分布



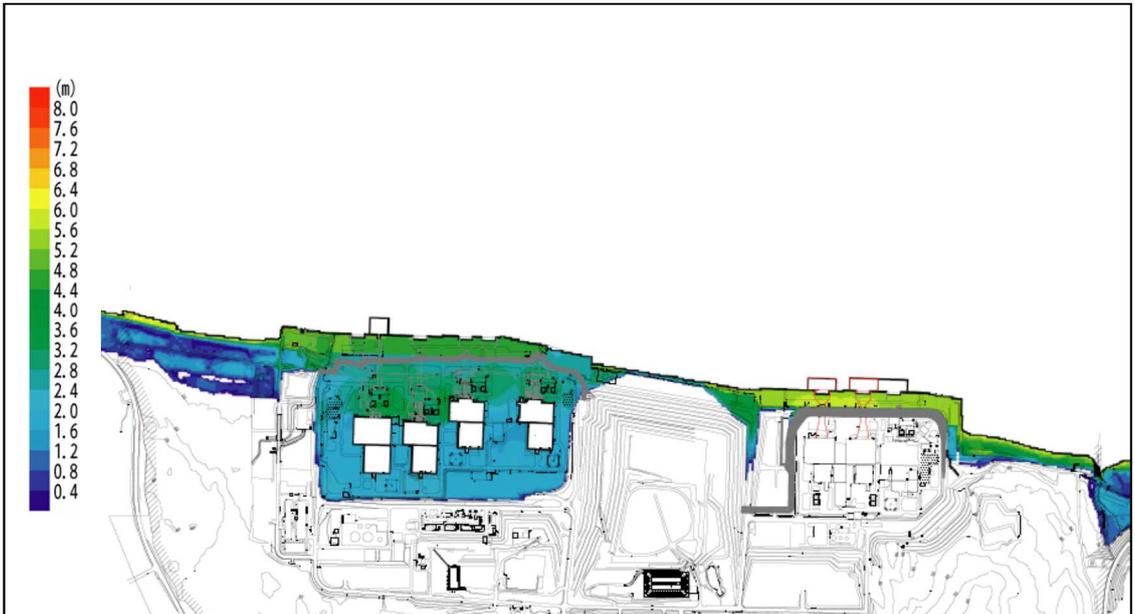
注記＊：朔望平均満潮位(T. M. S. L. +0.49m)，潮位のばらつき(0.16m)，地殻沈降量(0.29m)を考慮した基準津波3による水位

図3-2(2) 基準津波による発電所全体遡上域の最高水位分布



注記* : 朔望平均満潮位 (T. M. S. L. +0.49m), 潮位のばらつき (0.16m), 地殻沈降量 (0.21m) を考慮した基準津波 1 による浸水深

図 3-3(1) 基準津波による荒浜側防潮堤内敷地の最大浸水深分布



注記* : 朔望平均満潮位 (T. M. S. L. +0.49m), 潮位のばらつき (0.16m), 地殻沈降量 (0.29m) を考慮した基準津波 3 による浸水深

図 3-3(2) 基準津波による発電所全体遡上域の最大浸水深分布

4. 入力津波の設定

遡上解析の結果に基づき、各施設・設備の設計又は評価に用いる入力津波として、遡上波及び経路からの津波を安全側に設定する。

遡上波を各施設・設備の設計又は評価に用いる入力津波として設定する場合、施設周辺の最高水位に基づき、潮位、地殻変動、数値計算上の不確かさを考慮し、安全側に設定する。なお、発電所沖合（基準津波策定位置）と発電所港湾内の時刻歴波形を比較しても、水位分布や水位変動の傾向に大きな差異はないことから、局所的な海面の固有振動による励起は生じていない。

経路からの津波を各施設・設備の設計又は評価に用いる入力津波として設定する場合、浸水経路を特定し、同経路の水理特性を考慮した管路解析を行い、潮位、地殻変動、数値計算上の不確かさを考慮し、安全側に設定する。

4.1 考慮事項

4.1.1 水位変動

設計又は評価に用いる入力津波の設定においては、潮位変動として、上昇側の水位変動に対しては朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0.49m および潮位のばらつき+0.16m を考慮し、下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位 T. M. S. L. +0.03m 及び潮位のばらつき-0.15m を考慮する。

朔望平均潮位及び潮位のばらつきは敷地周辺の観測地点「柏崎（国土地理院所管）」における潮位観測記録に基づき評価する。表4-1 にばらつきを考慮した潮位を示す。

潮汐以外の要因による潮位変動については、VI-1-1-3-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」の「3. 入力津波による津波防護対象設備への影響評価」による。

表4-1 ばらつきを考慮した潮位

	「柏崎」の潮位		ばらつきを考慮した潮位 (①+②)
	①朔望平均潮位	②ばらつき	
水位上昇側	満潮位 T. M. S. L. +0.49m	+0.16m	T. M. S. L. +0.65m
水位下降側	干潮位 T. M. S. L. +0.03m	-0.15m	T. M. S. L. -0.12m

4.1.2 地殻変動

地震による地殻変動についても安全側の評価を実施する。基準津波の波源である日本海東縁部に想定される地震と海域の活断層に想定される地震について、広域的な地殻変動を考慮する。

具体的には、資料VI-1-1-3-2-2「基準津波の概要」の「3. 地震による津波」に示す基準津波の波源モデルを踏まえて、Mansinha and Smylie(1971)の方法により算定した敷地地盤の地殻変動量は、水位上昇側で考慮する波源である日本海東縁部に想定される地震と、海域の活断層に想定される地震で、それぞれ0.21m*と0.29mの沈降であるため、入力津波については、上昇側の水位変動に対して安全評価を実施する際には、それぞれ0.21mの沈降と0.29mの沈降を考慮する。また、水位下降側で考慮する波源である日本海東縁部に想定される地震で、0.20m*の沈降であるため、入力津波については、下降側の水位変動に対して安全評価を実施する際には沈降しないものとして仮定する。

表4-2に考慮する地殻変動量、図4-1に地殻変動量分布を示す。

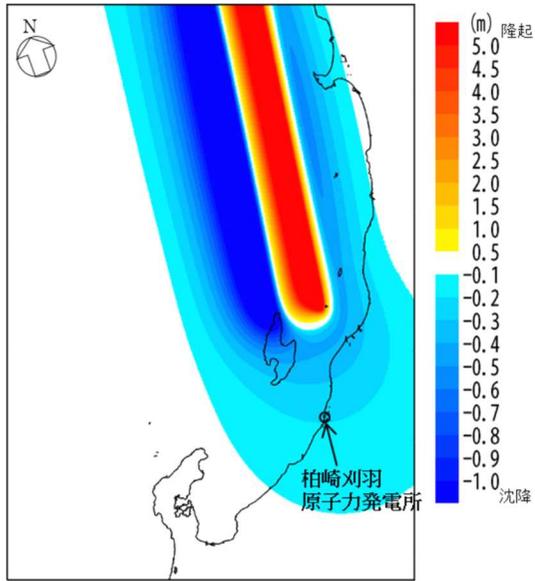
なお、柏崎刈羽原子力発電所は、日本海側に位置しており、プレート間地震は考慮対象外である。

広域的な余効変動については、柏崎地点における2015年6月から2016年6月の1年間の変位量が約0.7cmと小さいことから、津波に対する安全性評価に影響を及ぼすことはない。

注記*：日本海東縁部に想定される地震については断層の傾斜角等のパラメータスタディを実施し、取水口前面及び荒浜側防潮堤内敷地において水位上昇量が最大となるケースと取水口前面において水位下降量が最大となるケースを選定しており、それぞれで断層の傾斜方向が異なる。水位上昇量が最大となるケースでは断層面は西傾斜で傾斜角30°，水位下降量が最大となるケースでは断層面は東傾斜で傾斜角30°となり、それぞれの地殻変動量は0.21mの沈降，0.20mの沈降となる。

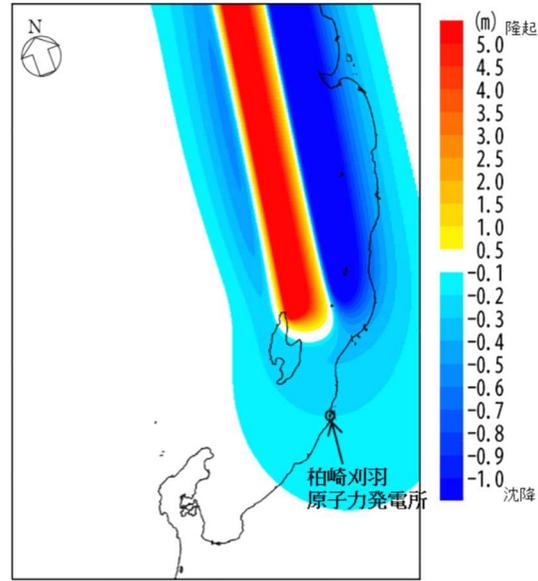
表4-2 考慮する地殻変動量

	評価に考慮する地殻変動量
水位上昇側	0.21m又は0.29mの沈下を考慮する。
水位下降側	保守的に沈降を考慮しない。



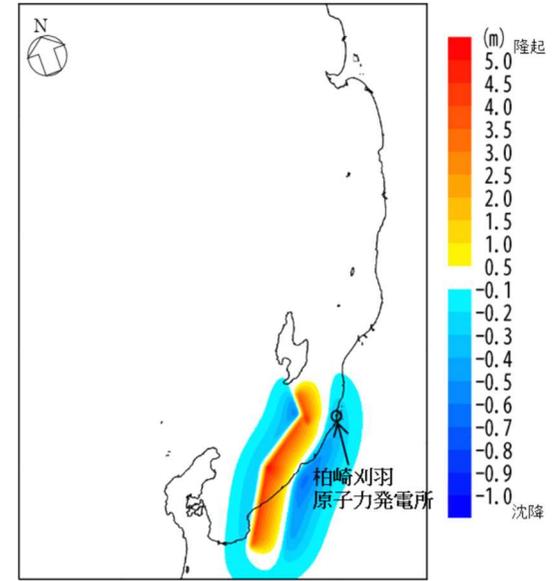
基準津波 1

日本海東縁部(2領域モデル, 西傾斜・傾斜角 30°)
+地すべり (LS-2)



基準津波 2

日本海東縁部(2領域モデル, 東傾斜・傾斜角 30°)



基準津波 3

海域の活断層(5断層連動モデル)
+地すべり (LS-2)

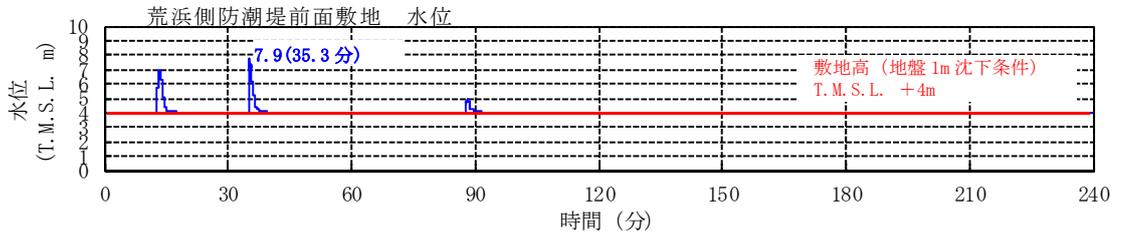
図 4-1 地殻変動量分布

4.2 遡上波

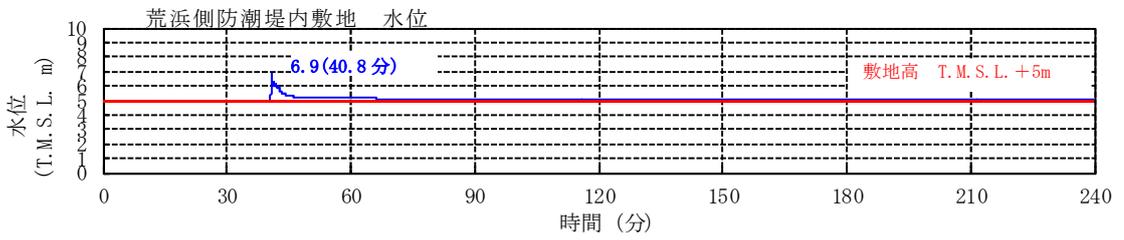
遡上波については、設計又は評価に用いる遡上波による津波高さとして、潮位、地殻変動及び数値計算上の不確かさを考慮する。発電所敷地に関して、その標高の分布と津波の遡上高さの分布を比較すると、遡上波が護岸部および荒浜側防潮堤内敷地に地上部から到達、流入する可能性があるが、設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋および区画が設置された敷地に地上部から到達、流入する可能性はない。なお、護岸部及び荒浜側防潮堤内敷地における遡上波については、VI-1-1-3-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」の「3.5 水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止に係る評価」の漂流物の影響評価において考慮する。

図4-2に遡上域における時刻歴波形を、表4-3に遡上波による設計または評価に用いる津波高さを示す。

①荒浜側防潮堤前面敷地（上昇側）



②荒浜側防潮堤内敷地（上昇側）



③発電所全体遡上域（上昇側）

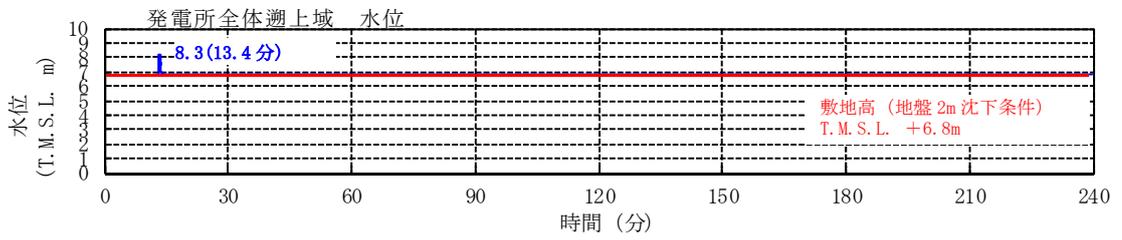


図 4-2 遡上域における時刻歴波形

表 4-3 遡上波による設計または評価に用いる津波高さ

評価位置		設計または評価に 用いる津波高さ			
		朔望平均潮位	地殻変動量	潮位のばらつき	
水位 上昇 側	①荒浜側防潮堤前面敷地	考慮している。 (T. M. S. L. +0. 49m)	考慮している。 (-0. 29m)	考慮している。 (+0. 16m)	T. M. S. L. +7. 9m
	②荒浜側防潮堤内敷地	考慮している。 (T. M. S. L. +0. 49m)	考慮している。 (-0. 21m)	考慮している。 (+0. 16m)	T. M. S. L. +6. 9m
	③発電所全体遡上域	考慮している。 (T. M. S. L. +0. 49m)	考慮している。 (-0. 29m)	考慮している。 (+0. 16m)	T. M. S. L. +8. 3m

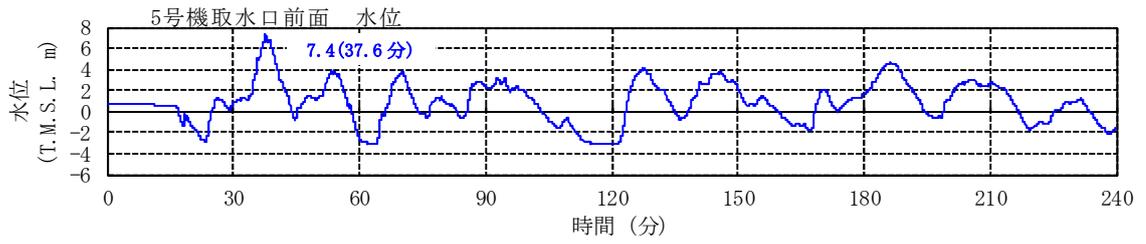
4.3 経路からの津波

経路からの津波については，設計又は評価に用いる津波高さとして，潮位，地殻変動等を考慮する。

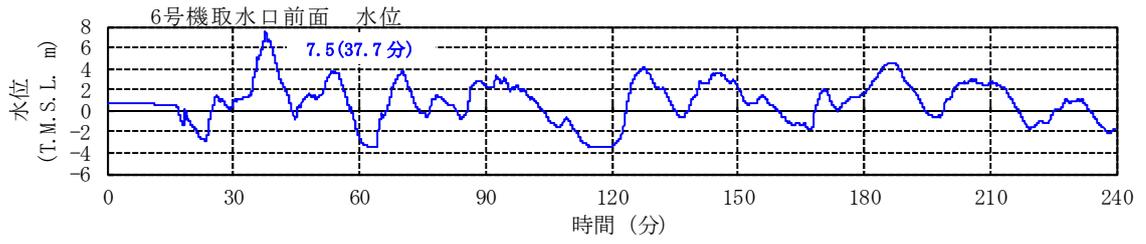
なお，管路解析においては，潮位条件に加えて，管路の形状，材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮するとともに，補機冷却海水ポンプの稼働状態，貝付着の有無及びスクリーン等の有無を不確かさとして考慮した計算条件とし，評価地点に対して最も影響の大きいものを選定している。

図4-3に経路からの津波の時刻歴波形，表4-4に評価箇所における設計又は評価に用いる経路からの津波による津波高さを示す。

①5号機取水口前面（上昇側）



②6号機取水口前面（上昇側）



③7号機取水口前面（上昇側）

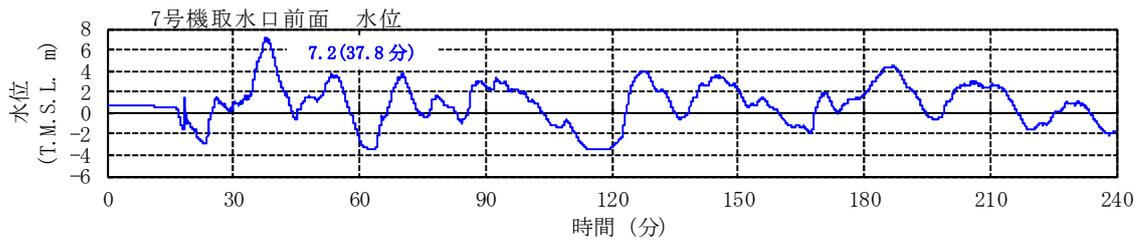


図4-3(1) 経路からの津波の時刻歴波形

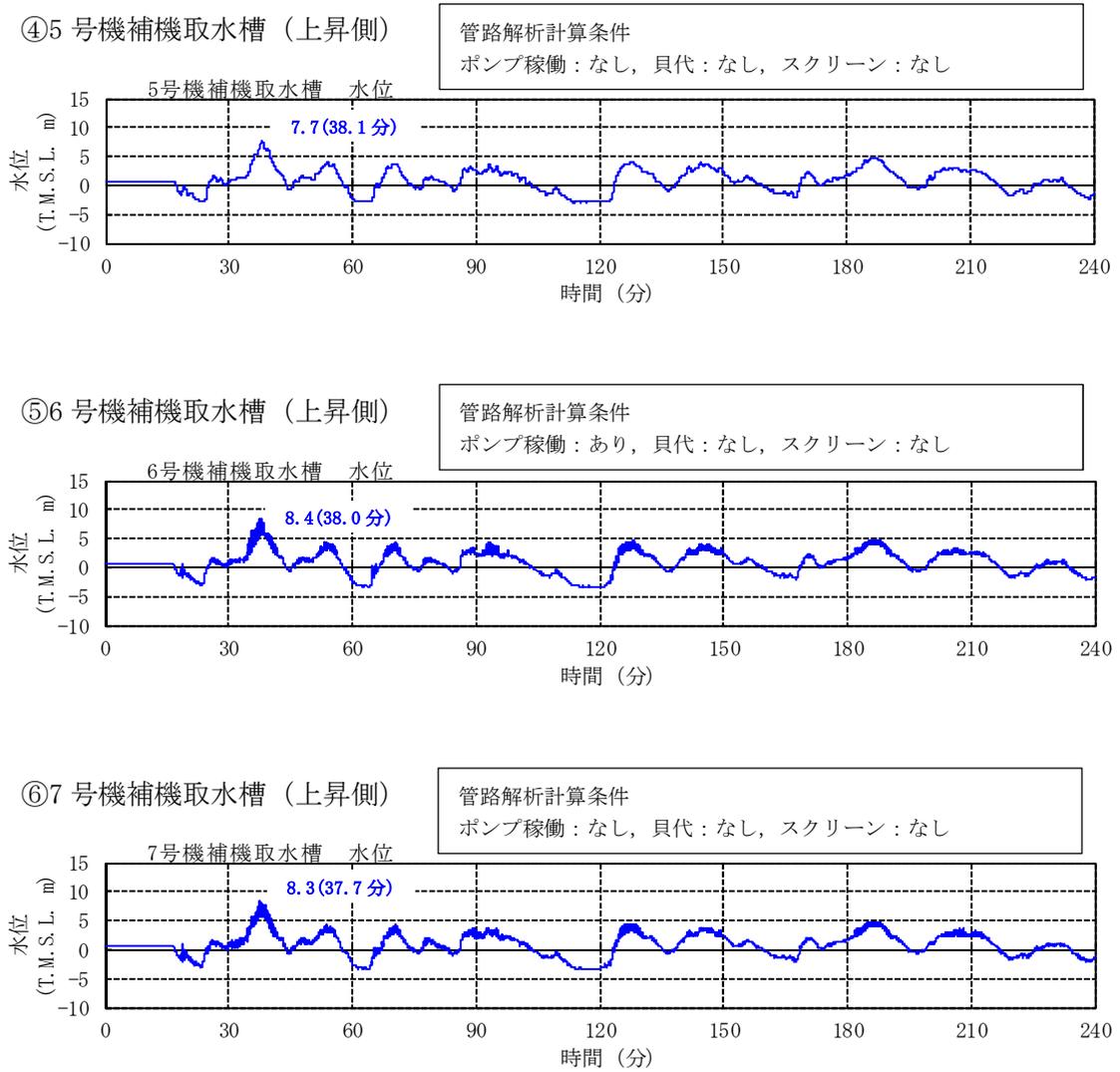
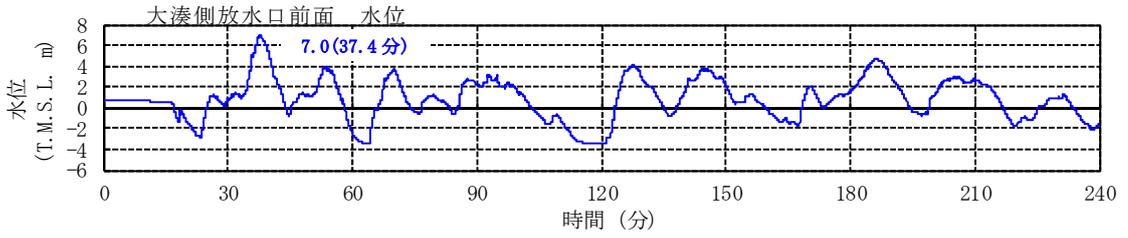
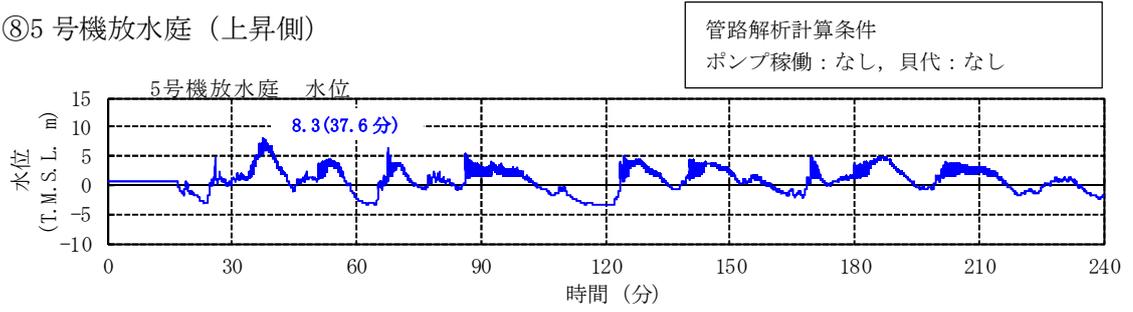


図 4-3(2) 経路からの津波の時刻歴波形

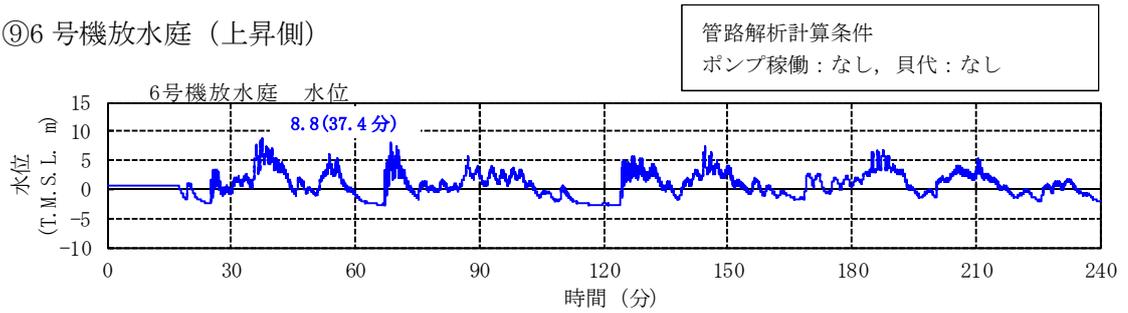
⑦大湊側放水口前面（上昇側）



⑧5号機放水庭（上昇側）



⑨6号機放水庭（上昇側）



⑩7号機放水庭（上昇側）

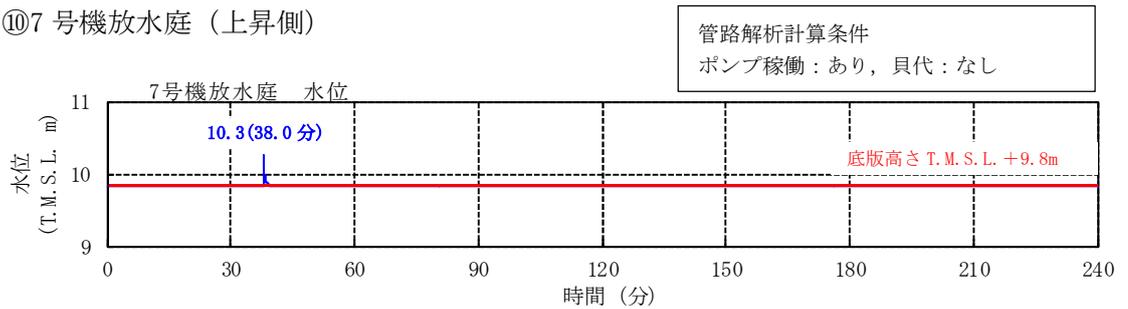
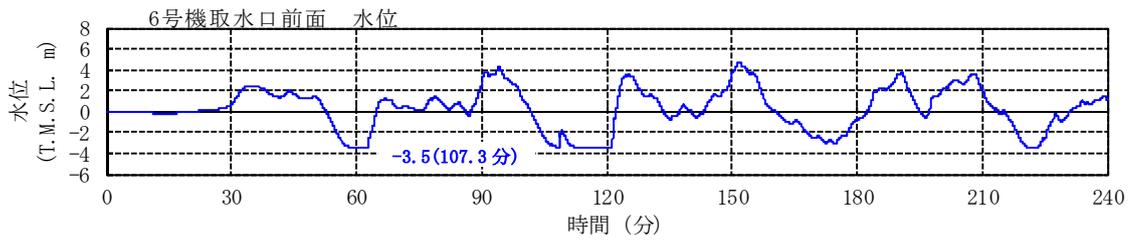
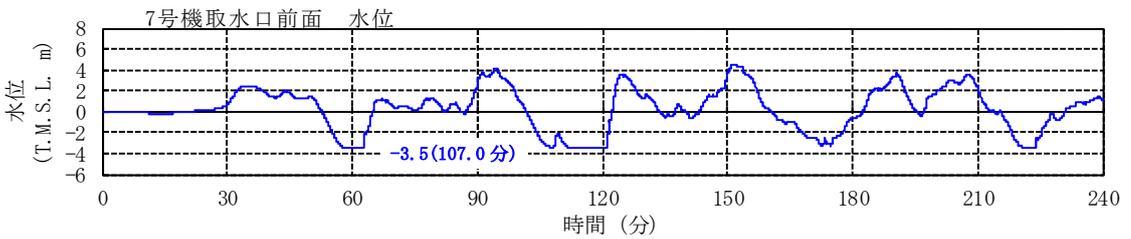


図 4-3(3) 経路からの津波の時刻歴波形

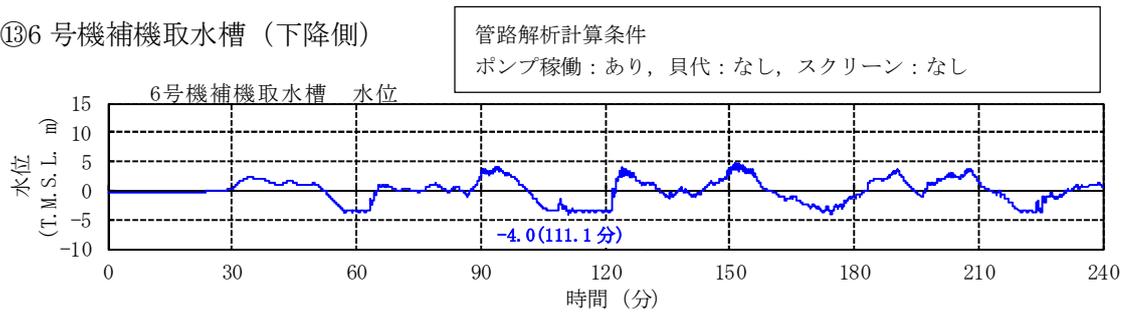
⑪6号機取水口前面（下降側）



⑫7号機取水口前面（下降側）



⑬6号機補機取水槽（下降側）



⑭7号機補機取水槽（下降側）

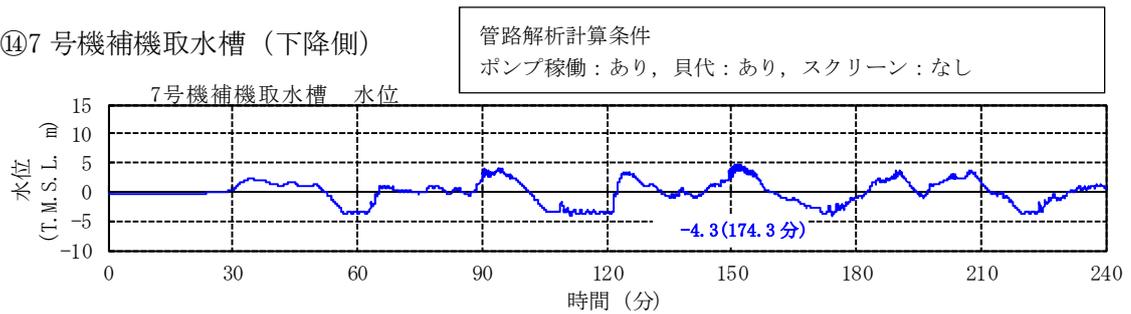


図 4-3(4) 経路からの津波の時刻歴波形

表 4-4 (1) 評価箇所における設計又は評価に用いる経路からの津波による津波高さ

評価位置		設計または評価に			
		朔望平均潮位	地殻変動量	潮位のばらつき	用いる津波高さ
水位 上昇側	①5号機取水口前面	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +7.4m
	②6号機取水口前面	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +7.5m
	③7号機取水口前面	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +7.2m
	④5号機補機取水槽	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +7.7m
	⑤6号機補機取水槽	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +8.4m
	⑥7号機補機取水槽	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +8.3m
	⑦放水口前面	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +7.0m
	⑧5号機放水庭	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +8.3m
	⑨6号機放水庭	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +8.8m
	⑩7号機放水庭	考慮している。 (T. M. S. L. +0.49m)	考慮している。 (-0.21m)	考慮している。 (+0.16m)	T. M. S. L. +10.3m

表 4-4 (2) 評価箇所における設計又は評価に用いる経路からの津波による津波高さ

評価位置		設計または評価に			用いる津波高さ
		朔望平均潮位	地殻変動量	潮位のばらつき	
水位下降側	⑪6号機取水口前面	考慮している。 (T. M. S. L. +0.03m)	保守的に考慮しない。	考慮している。 (-0.15m)	T. M. S. L. -3.5m*
	⑫7号機取水口前面	考慮している。 (T. M. S. L. +0.03m)	保守的に考慮しない。	考慮している。 (-0.15m)	T. M. S. L. -3.5m*
	⑬6号機補機取水槽	考慮している。 (T. M. S. L. +0.03m)	保守的に考慮しない。	考慮している。 (-0.15m)	T. M. S. L. -4.0m
	⑭7号機補機取水槽	考慮している。 (T. M. S. L. +0.03m)	保守的に考慮しない。	考慮している。 (-0.15m)	T. M. S. L. -4.3m

注記* : 水位下降側は海水貯留堰の天端高さにより定まる値。

5. 基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合せについて

基準地震動 S_s の策定における検討用地震は図5-1に示すF-B断層及び長岡平野西縁断層帯による地震である。これらの断層については、敷地に近い位置に存在し、地震波と津波は伝播速度が異なることを考慮すると、両者の組合せを考慮する必要はない。以下、「5.1 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が同一の場合」と「5.2 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が異なる場合」とに分けて詳細に検討した結果を示す。

5.1 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が同一の場合

F-B断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴う地震動が敷地に到達する時間は図5-2に示すとおり、地震発生後1分以内であるのに対し、同時間帯において敷地における津波の水位変動量はおおむね0mである。そのため、両者が同時に敷地に到達することはないことから、基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合せを考慮する必要はない。

5.2 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が異なる場合

F-B断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴い、津波を起こす地震が誘発される可能性は低い。仮に誘発地震の発生を考慮した場合においても、F-B断層及び長岡平野西縁断層帯の活動に伴う地震動が敷地に到達する地震発生後1分以内に、誘発地震に伴う津波が敷地に到達することはない。また、活断層調査結果に基づく個々の活断層による地震に伴い津波が発生しても、敷地に遡上しない。

以上により、基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合せを考慮する必要はない。



図 5-1 敷地周辺の活断層分布

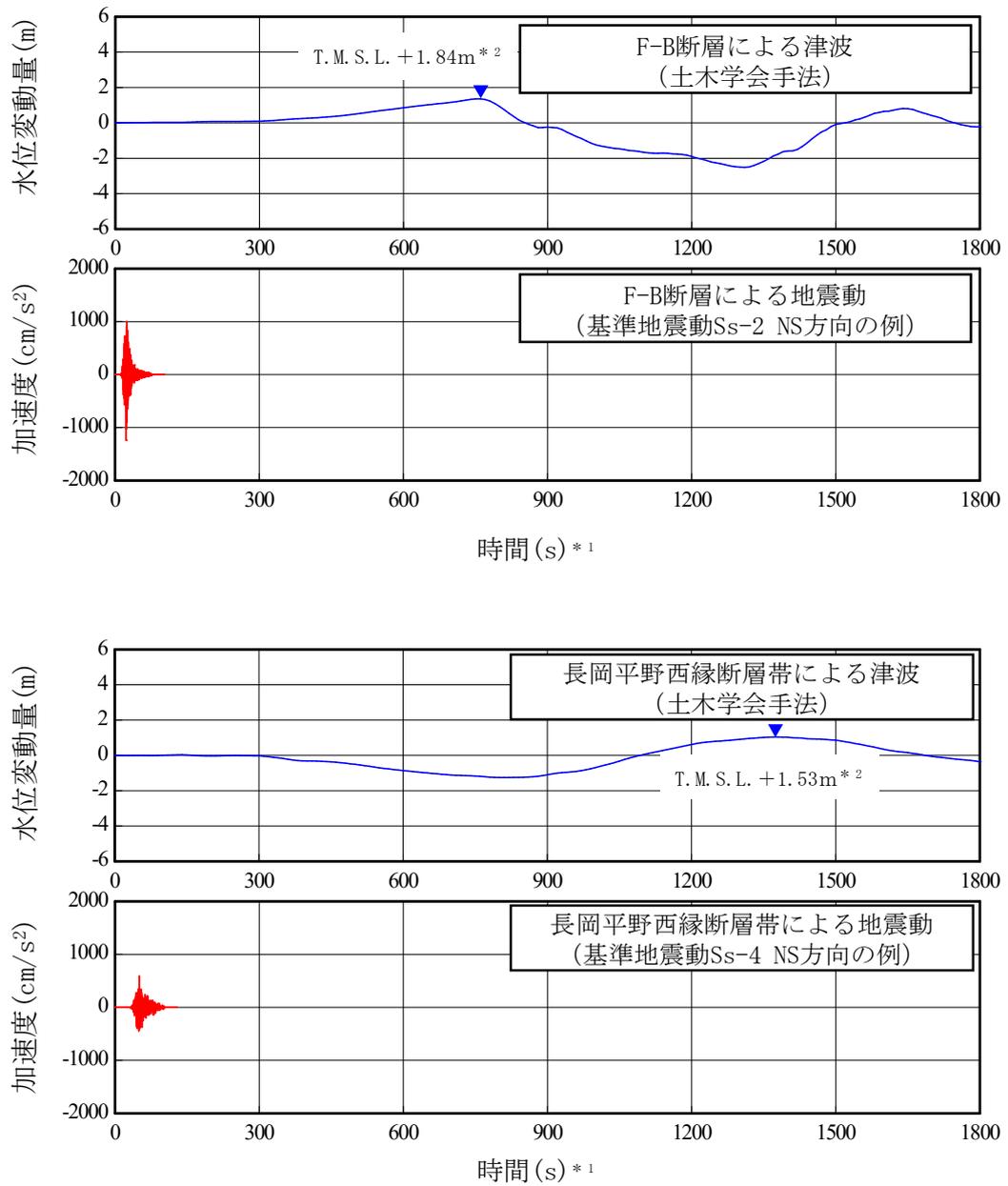


図 5-2(1) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (荒浜側)

注記*1: 時間 0 秒は地震の発生時刻を示す

注記*2: 朔望平均満潮位 T. M. S. L. + 0.49m を考慮

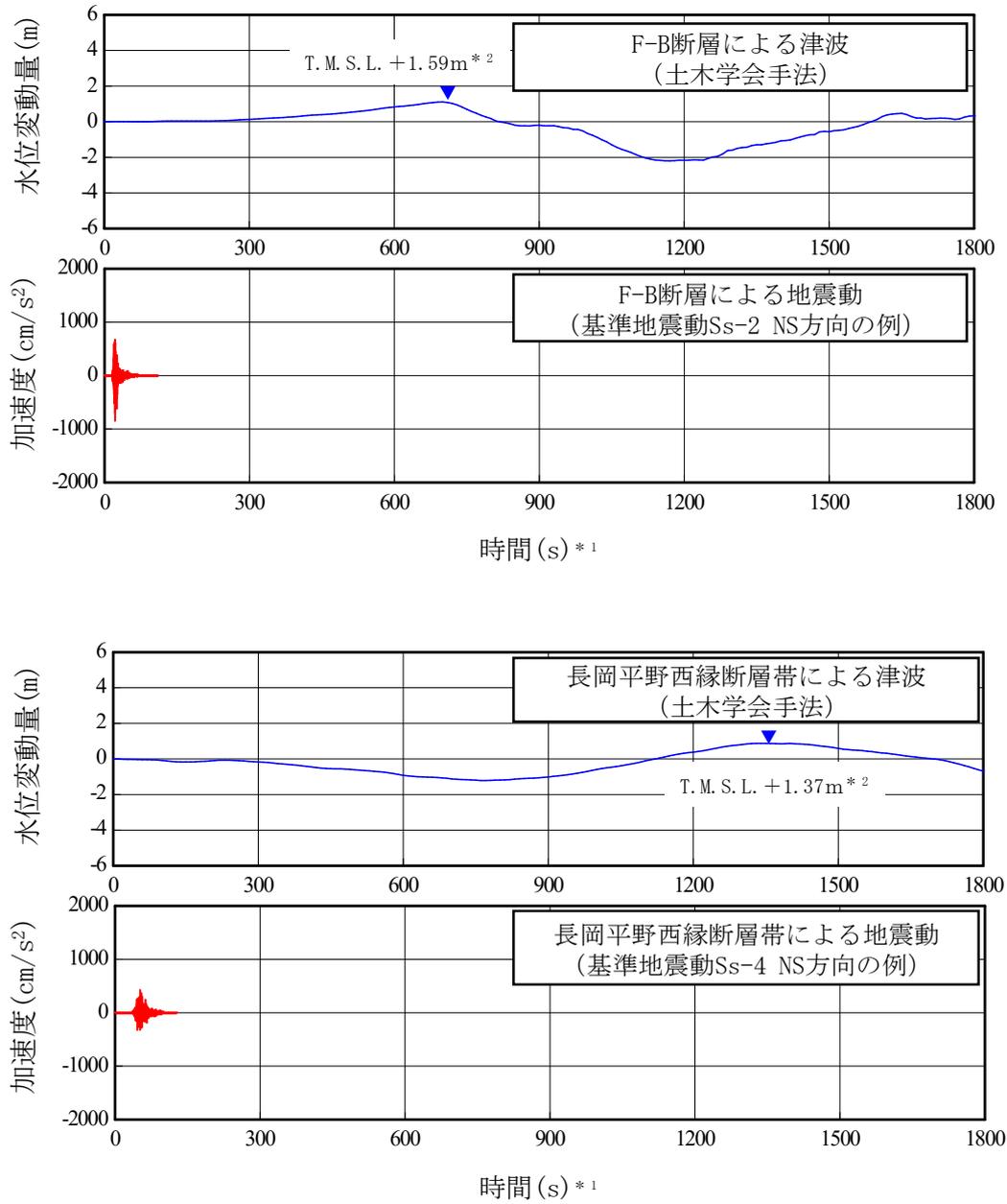


図 5-2(2) 地震動と津波の敷地への到達時刻の比較 (大湊側)

注記*1: 時間0秒は地震の発生時刻を示す

注記*2: 朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0.49m を考慮

VI-1-1-3-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価

目 次

1. 概要	1
2. 設備及び施設の設置位置	2
3. 入力津波による津波防護対象設備への影響評価	8
3.1 入力津波による津波防護対象設備への影響評価の基本方針	8
3.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）に係る評価	9
3.3 漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能 への影響防止（外郭防護 2）に係る評価	42
3.4 津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能 への影響防止（内郭防護）に係る評価	44
3.5 水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び 重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止に係る評価	64

1. 概要

本資料は、津波防護対策の方針として、津波防護対象設備に対する入力津波の影響について説明するものである。

津波防護対象設備が、設置（変更）許可を受けた基準津波によりその安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう、遡上への影響要因、浸水経路等を考慮して、設計時にそれぞれの施設に対して入力津波を設定するとともに津波防護対象設備に対する入力津波の影響を評価し、影響に応じた津波防護対策を講じる設計とする。

評価においては、VI-1-1-3-2-3「入力津波の設定」に示す入力津波を用いる。

2. 設備及び施設の設置位置

(1) 津波防護対象設備

津波防護対象設備については、VI-1-1-3-2-1「耐津波設計の基本方針」の「2.1.1 津波防護対象設備」にて設定している設備を対象としている。ただし、津波防護対象設備のうち非常用取水設備については、津波襲来時において津波の影響から防護するために設置する津波防護対策そのもの又は津波の経路を形成する構築物であることから、これらの設備は津波による津波防護対象設備の影響評価の対象となる津波防護対象設備から除く。

(2) 津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の設定

a. 設定の方針

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の単位で防護することで、その中に設置している津波防護対象設備を防護できることから、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設定する。

b. 設定の方法

耐震重要度分類及び安全機能の重要度分類に基づき、津波防護対象設備を選定し、当該設備が設置される建屋及び区画を調査し、抽出された当該建屋及び区画を「津波防護対象設備を内包する建屋及び区画」として設定する。

c. 結果

発電所の主要な敷地高さは、主にT. M. S. L. +5mの荒浜側の敷地と、T. M. S. L. +12mの大湊側の敷地の高さに分かれている。T. M. S. L. +12mの大湊側の敷地には、津波防護対象設備を内包する原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋がある。また、T. M. S. L. +12mの大湊側の敷地に燃料設備の一部（軽油タンク及び燃料移送ポンプ）を敷設する区画がある。

このため、上記の建屋及び区画を設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画として設定する。

また、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に加え、敷地高さT. M. S. L. +12mの5号機原子炉建屋内緊急時対策所を内包する5号機原子炉建屋、格納容器圧力逃がし装置及び常設代替交流電源設備を敷設する区画、5号機東側保管場所、5号機東側第二保管場所、並びに敷地高さT. M. S. L. +35m以上の大湊側高台保管場所、荒浜側高台保管場所を重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画として設定する。

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画並びに重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画（以下「津波防護対象設備を内包する建屋及び区画」という。）の配置を図2-1に示す。また、遡上波が到達しない十分に高い敷地として、大湊側のT. M. S. L. +12mの敷地を含め、大湊側及び荒浜側の敷地背面のT. M. S. L. +12mよりも高所の敷地を「浸水を防止する敷地」として設定し図2-2に示す。柏崎刈羽原子

力発電所の主要断面概略図を図2-3及び図2-4に示す。

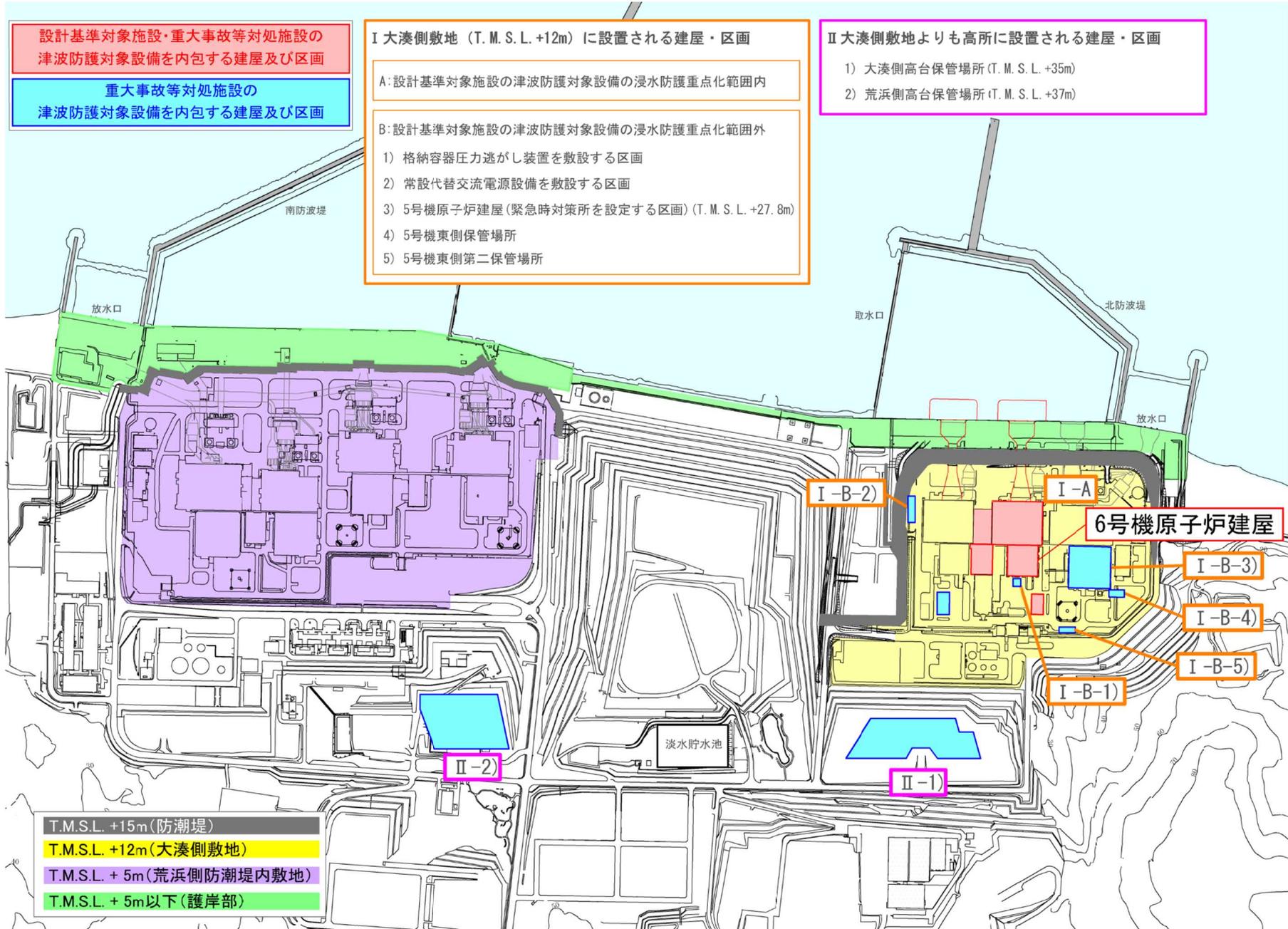


図 2-1 津波防護対象設備を内包する建屋及び区画 (発電所全体)

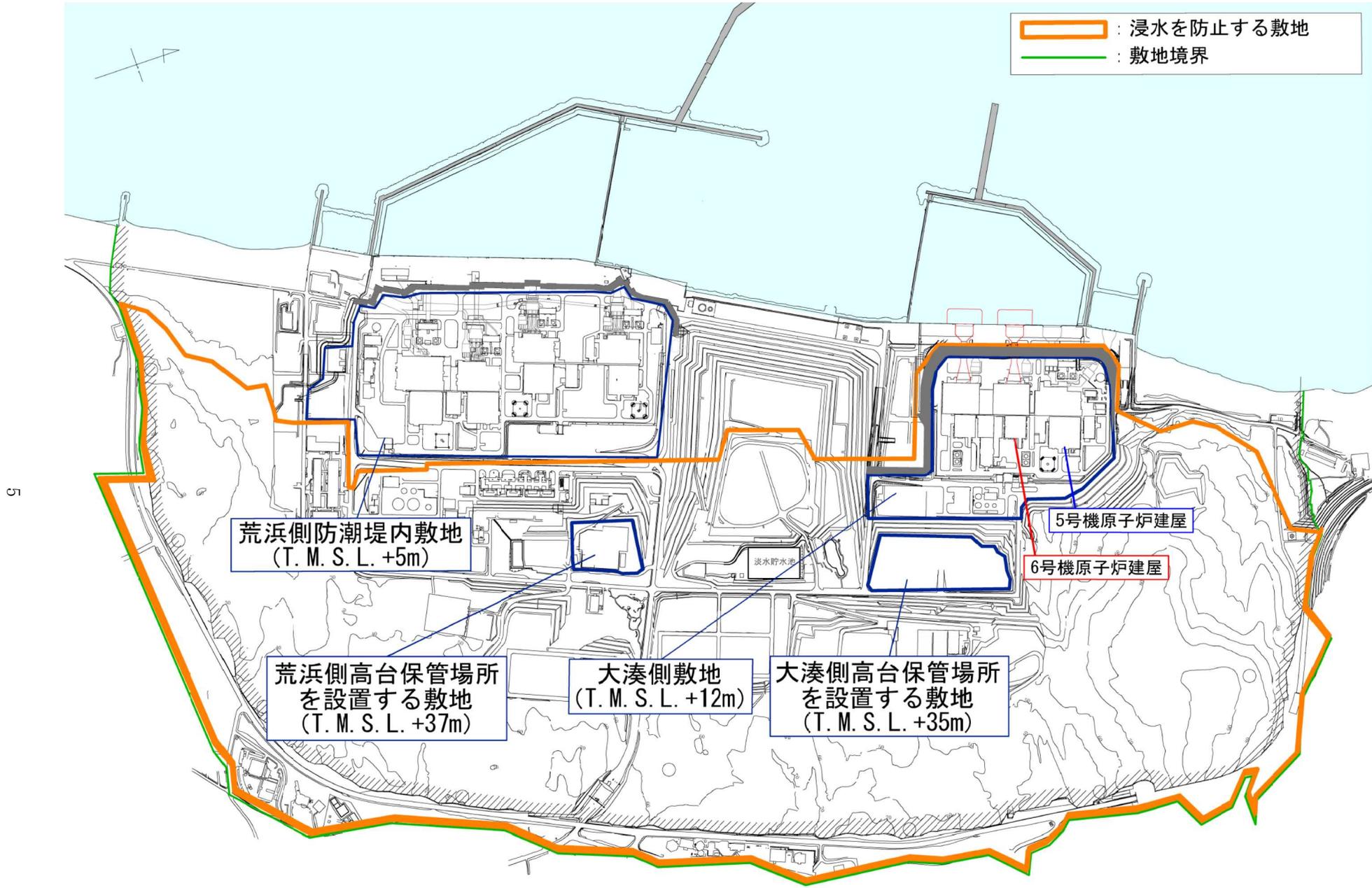
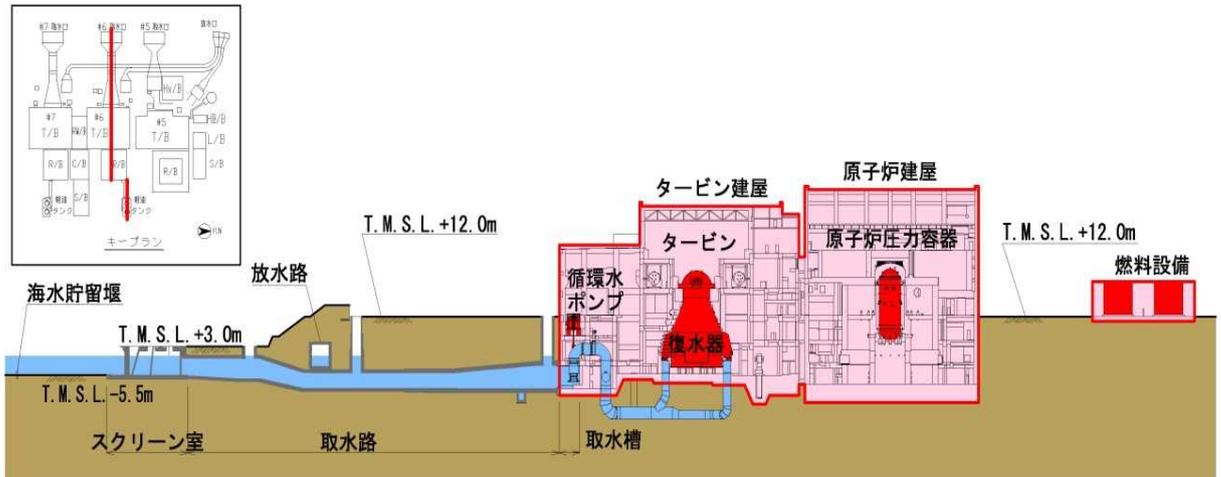
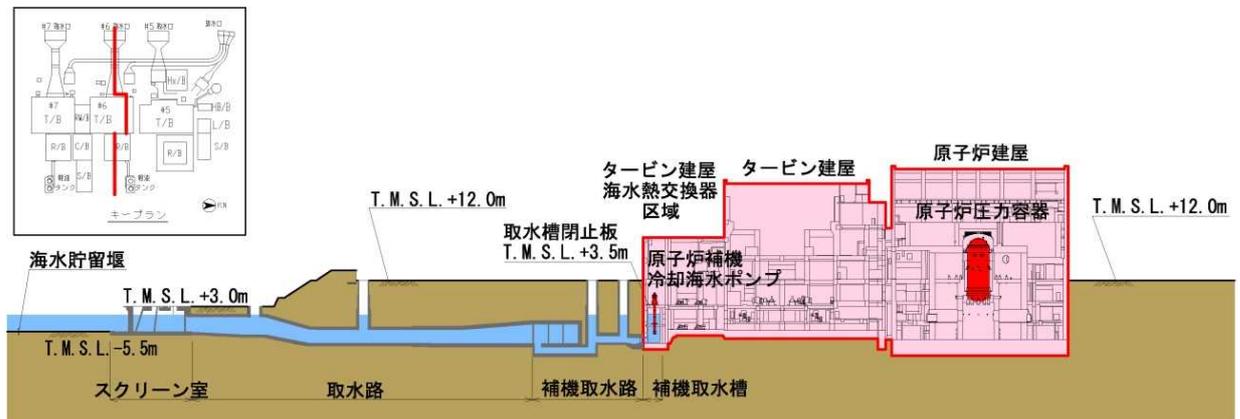


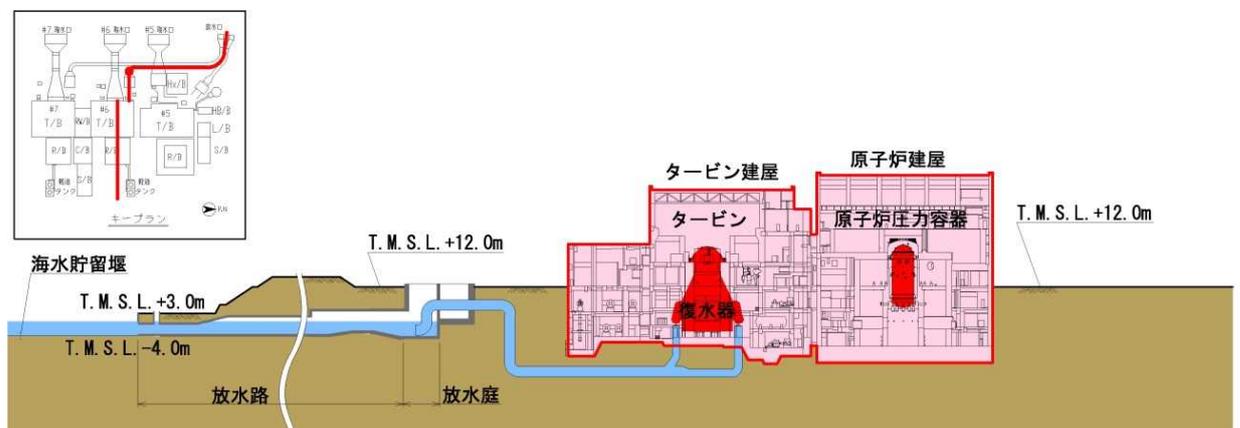
図 2-2 浸水を防止する敷地



6号機主要断面概略図 (その1)

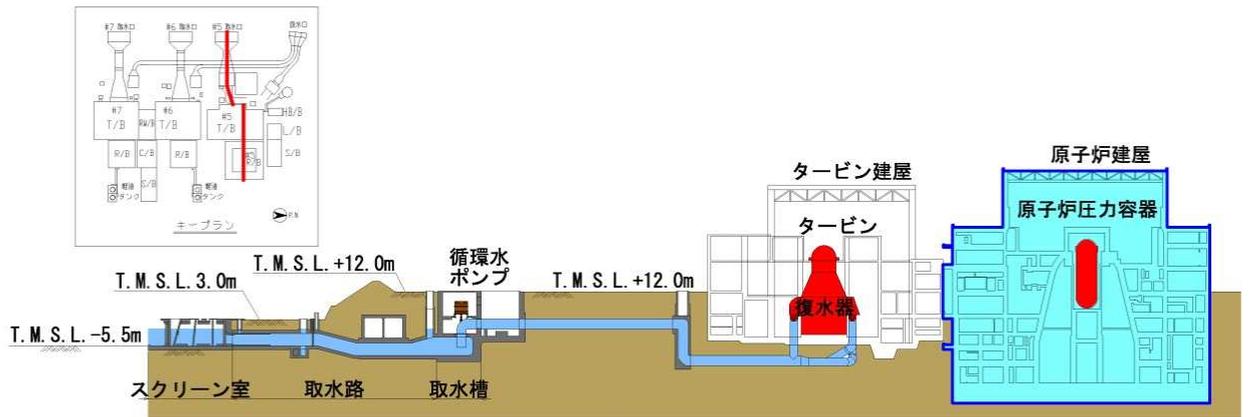


6号機主要断面概略図 (その2)

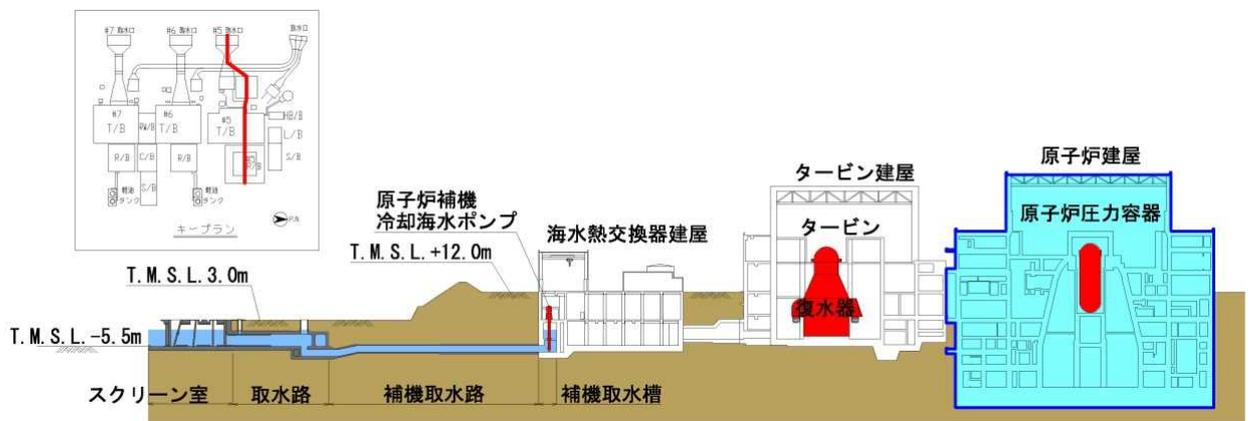


6号機主要断面概略図 (その3)

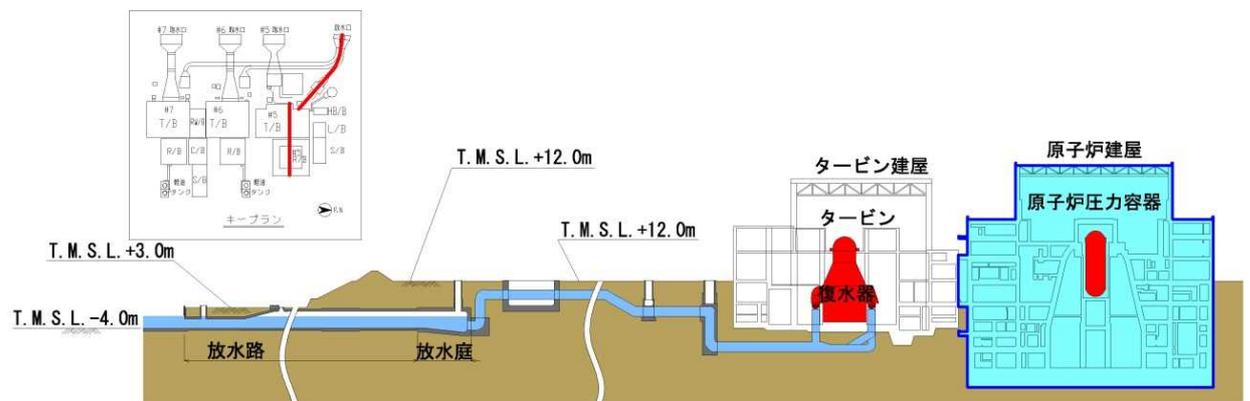
図2-3 柏崎刈羽原子力発電所第6号機の主要断面概略図



5号機主要断面概略図 (その1)



5号機主要断面概略図 (その2)



5号機主要断面概略図 (その3)

図2-4 柏崎刈羽原子力発電所第5号機の主要断面概略図

3. 入力津波による津波防護対象設備への影響評価

3.1 入力津波による津波防護対象設備への影響評価の基本方針

敷地の特性（敷地の地形、敷地及び敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた津波防護を達成するため、敷地への浸水防止（外郭防護1）、漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）、津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（内郭防護）並びに水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止の観点から、入力津波による津波防護対象設備への影響の有無の評価を実施することにより、津波防護対策が必要となる箇所を特定し、津波防護対策を実施する設計とする。また、上記の津波防護対策の他に、津波監視設備として津波監視カメラ及び取水槽水位計を設置する設計とする。

津波監視設備である津波監視カメラ及び取水槽水位計の詳細な設計方針については、VI-1-1-3-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す。

3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）に係る評価

津波防護対象設備への影響評価のうち、敷地への浸水防止（外郭防護1）に係る評価に当たっては、津波による敷地への浸水を防止するための評価を行うため、「(1) 評価方針」にて評価を行う方針を定め、「(2) 評価方法」に定める評価方法を用いて評価を実施し、評価の結果を「(3) 評価結果」に示す。

評価において、「2. 設備及び施設の設置位置」にて設定している津波防護対象設備を内包する建屋及び区画が、津波により浸水する可能性があり、津波防護対策が必要と確認された箇所については、「(4) 津波防護対策」に示す対策を講じることにより、津波による津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の浸水を防止できることとし、この場合の「(3) 評価結果」は、津波防護対策を踏まえて示すこととする。

(1) 評価方針

津波が敷地に襲来した場合、津波高さによって、敷地を遡上し地上部から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に到達、流入する可能性が考えられる。また、海域と接続する取水路、放水路等の経路からの津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に津波が流入する可能性が考えられる。

このため、敷地への浸水防止（外郭防護1）に係る評価では、敷地への遡上に伴う津波（以下「遡上波」という。）による入力津波の地上部からの到達、流入並びに取水路、放水路等の経路からの流入に伴う津波（以下「経路からの津波」という。）による入力津波の流入に分け、各々において津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に津波が流入し、津波防護対象設備へ影響を与えることがないことを評価する。具体的には以下のとおり。

a. 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画が、基準津波による遡上波が到達しない十分な高い位置に設置してあることを確認する。

また、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、津波防護施設及び浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないことを確認する。

b. 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

取水路、放水路等の経路から津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通口等）を特定する。

特定した経路に対して、津波防護施設及び浸水防止設備の設置により津波の流入を防止可能であることを確認する。

(2) 評価方法

a. 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

遡上波による敷地周辺の遡上の状況を加味した浸水の高さ分布と、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の設置された敷地の標高に基づく許容津波高さ又は津波防護対策を実施する場合はそれを踏まえた許容津波高さとの比較を行い、遡上波の地上部からの到達、

流入の可能性の有無を評価する。

なお、評価においては、基準津波の策定位置における高水位の年超過確率は 10^{-4} ～ 10^{-5} 程度であり、独立事象として津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、プラント運転期間を超える再現期間100年に対する期待値 T. M. S. L. +1.08mと、入力津波で考慮した朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0.49m及び潮位のばらつき0.16mの合計との差である0.43mを参照する裕度とし、設計上の裕度の判断の際に考慮する。

高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値については、図3-1に示すとおり、観測地点「柏崎」における過去61年（1955年～2015年）の潮位観測記録に基づき求めた最高潮位の超過発生確率を参照する。

b. 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

津波が流入する可能性のある経路として、津波襲来時に海域と接続する可能性のある取水路、放水路、屋外排水路、電源ケーブルトレンチ及びケーブル洞道の経路を特定する。

特定した各々の経路の標高に基づく許容津波高さ又は津波防護対策を実施する場合はそれを踏まえた許容津波高さとして、経路からの津波高さを比較することにより、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への津波の流入の可能性の有無を評価する。なお、流入の可能性に対する設計上の裕度評価の判断の際には、「a. 遡上波の地上部からの到達、流入の防止」と同様に裕度が確保できていることを確認する。

取水路につながり津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては取水路及び補機冷却用海水取水路（以下「補機取水路」という。）の点検用立坑の開口部が挙げられるが、これらは敷地面上（T. M. S. L. +12m）で開口しており、その天端標高は、いずれも流入口となる取水口における最高水位及び補機冷却用海水取水槽（以下「補機取水槽」という。）における最高水位（入力津波高さ）よりも高い。また、この高さは参照する裕度（0.43m）を考慮しても余裕がある。したがって、これらの経路から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。

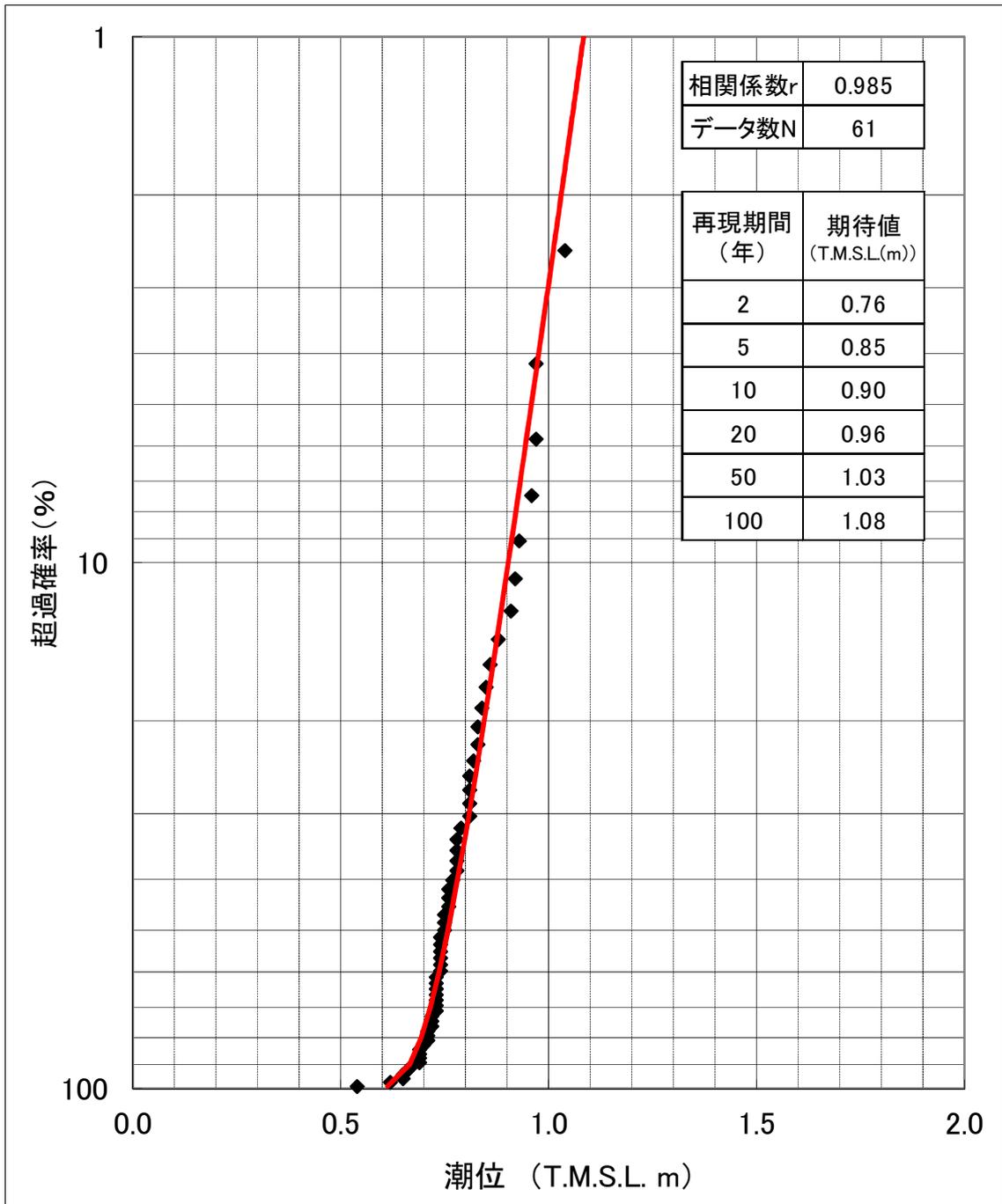


図3-1 観測地点「柏崎」における最高潮位の超過発生確率

(3) 評価結果

a. 遡上波の地上部からの到達，流入の防止

遡上波による敷地周辺の遡上の状況，浸水の分布等の敷地への浸水の可能性のある経路（以下「遡上経路」という。）を踏まえると，遡上波が地上部から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に流入しないことから，津波防護対象設備へ影響を与えることはない。具体的な評価結果は，以下のとおり。遡上波の地上部からの到達，流入の評価結果を表3-1に示す。

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画には原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋，廃棄物処理建屋及び屋外設備である燃料設備（軽油タンク及び燃料移送ポンプ）を敷設する区画があり，図2-2に示す通り，これらはいずれも上記の「浸水を防止する敷地」のうち，T.M.S.L.+12mの大湊側の敷地に設置されている。また，その他の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画も，T.M.S.L.+12m以上の「浸水を防止する敷地」に設置されており，基準津波の遡上波による発電所全体遡上域における最高水位T.M.S.L.+8.3mと比較しても，津波による遡上波は地上部から到達，流入しない。これらの結果は，設計上の裕度0.43mを考慮しても設計の余裕があり，さらに，基準地震動 S_s による液状化等に伴う敷地の沈下を考慮した場合においても十分な裕度がある。なお，遡上波の地上部からの到達，流入の防止として，地山斜面，盛土斜面等の活用はしていない。

表3-1 遡上波の地上部からの到達，流入評価結果

評価対象		①	②	裕度 (②-①)
		入力津波高さ (T.M.S.L.)	許容津波高さ (T.M.S.L.)	
津波防護対象設備を内包する建屋及び区画	原子炉建屋	+8.3m ^{*1}	+11.0m ^{*2*3} (+12.0m) ^{*4}	2.7m ^{*5}
	タービン建屋			
	コントロール建屋			
	廃棄物処理建屋			
	燃料設備の一部（軽油タンク及び燃料移送ポンプ）を敷設する区画			
	上記以外		+11.0m以上 ^{*2*3} (+12.0m以上) ^{*4}	2.7m以上 ^{*5}

注記*1：基準津波の遡上波による発電所遡上域の最高水位

*2：大湊側敷地の敷地高さ

*3：地震による地盤沈下1.0mを考慮した値

*4：地震による地盤沈下を考慮しない場合の値

*5：参照する裕度（0.43m）に対しても余裕がある

b. 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

津波が流入する可能性のある流入経路を特定し，その経路ごとに津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への流入の有無を評価した結果，津波防護対策として浸水防止設備を設置することにより，経路からの津波は流入しないことから津波防護対象設備へ影響を与えることはない。具体的な評価結果は以下のとおり。

(a) 津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への経路からの津波が流入する可能性のある経路（流入経路）の特定

津波襲来時に海域と接続し，津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への津波の流入の可能性のある主な経路としては，表3-2に示すように，取水路，放水路，屋外排水路，電源ケーブルトレンチ及びケーブル洞道がある。

表3-2 流入経路特定結果

系統		流入経路	
取水路	6号機	循環水系	スクリーン室, 取水路, 取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室, 取水路, 補機冷却用海水取水路, 補機冷却用海水取水槽
	7号機	循環水系	スクリーン室, 取水路, 取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室, 取水路, 補機冷却用海水取水路, 補機冷却用海水取水槽
	5号機	循環水系	スクリーン室, 取水路, 取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室, 取水路, 補機冷却用海水取水路, 補機冷却用海水取水槽
放水路	6号機	循環水系	放水路, 放水庭, 循環水配管
		補機冷却海水系	放水路, 補機冷却用海水放水路, 補機冷却用海水放水庭
	7号機	循環水系	放水路, 放水庭, 循環水配管
		補機冷却海水系	放水路, 補機冷却用海水放水路, 補機冷却用海水放水庭
	5号機	循環水系	放水路, 放水庭, 循環水配管
		補機冷却海水系	放水路, 補機冷却用海水放水路, 補機冷却用海水放水庭
屋外排水路		排水路, 集水升	
電源ケーブルトレンチ	6, 7号機共用	電源ケーブルトレンチ	
	5号機	電源ケーブルトレンチ	
ケーブル洞道		ケーブル洞道	

(b) 特定した流入経路ごとの評価

イ. 取水路からの流入経路について

取水路は、海域と接続し、スクリーン室、取水路及び補機取水路を経てタービン建屋あるいは5号機海水熱交換器建屋内に至る系統からなる地中構造物である。これら地中構造物には、点検用の立坑が設置されている。取水路からの流入経路に係る配置図を図3-2に示す。

このため、取水路からの流入評価としては、取水路、補機取水路及び補機取水槽の点検用立坑の開口部からの流入について、評価を実施する。結果を以下に、また結果の一覧を表3-3に示す。

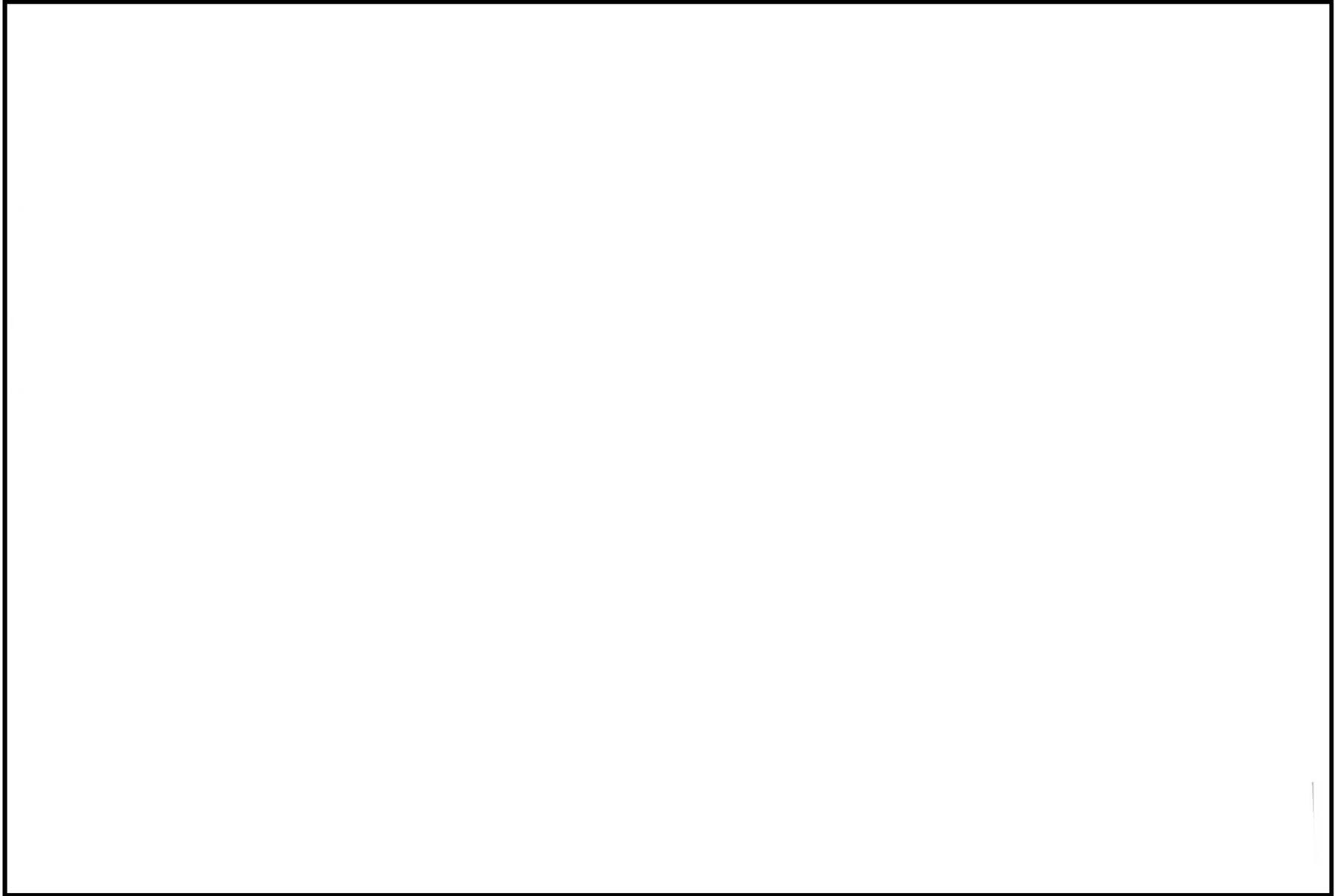
(イ) 取水路から敷地地上部への流入について

取水路につながり津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては取水路及び補機取水路の点検用立坑の開口部が挙げられるが、これらは敷地面上 (T. M. S. L. +12m) で開口しており、その天端標高は、いずれも流入口となる取水口における最高水位及び補機取水槽における最高水位(入力津波高さ)よりも高い。また、この高さは参照する裕度(0.43m)を考慮しても余裕がある。したがって、これらの経路から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。5~7号機取水路断面図を図3-3から図3-5に示す。

(ロ) 取水路から建屋・区画への流入について

取水路につながり津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に流入する可能性のある経路としては、管路解析により得られる6号機の取水槽、補機取水槽の最高水位(入力津波高さ)が対応する取水槽及び補機取水槽の上部床面高さよりも高いため、これらの床面に存在する開口部が考えられる。具体的には6号機取水槽の上部床面には開口部はないが、補機取水槽の上部床面(タービン建屋海水熱交換器区域地下1階床面)には取水槽の点検口が存在し、これが流入経路として挙げられる。補機取水槽上部床面の点検口に対しては浸水防止設備として取水槽閉止板を設置することにより、この経路から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への津波の流入を防止する。6号機取水槽閉止板の配置図を図3-6に示す。

K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0

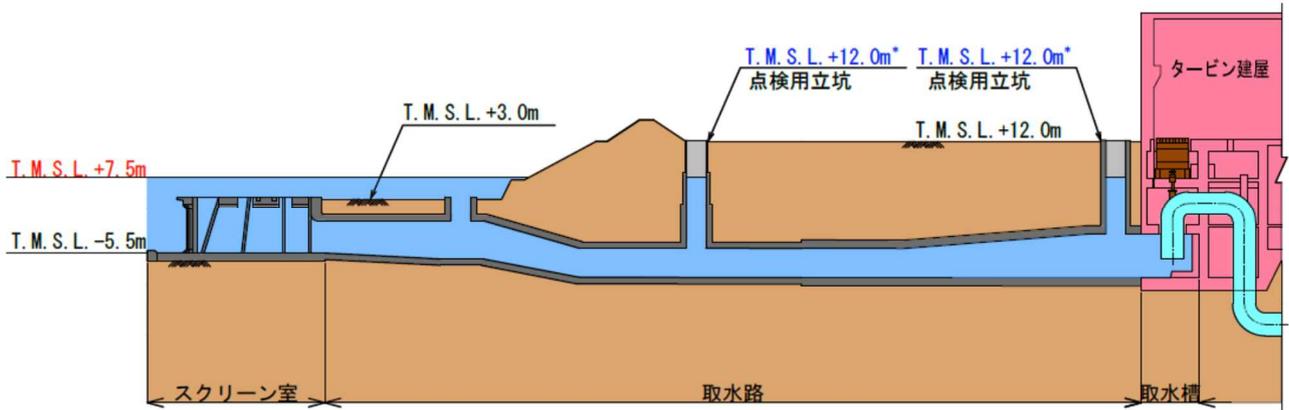


16

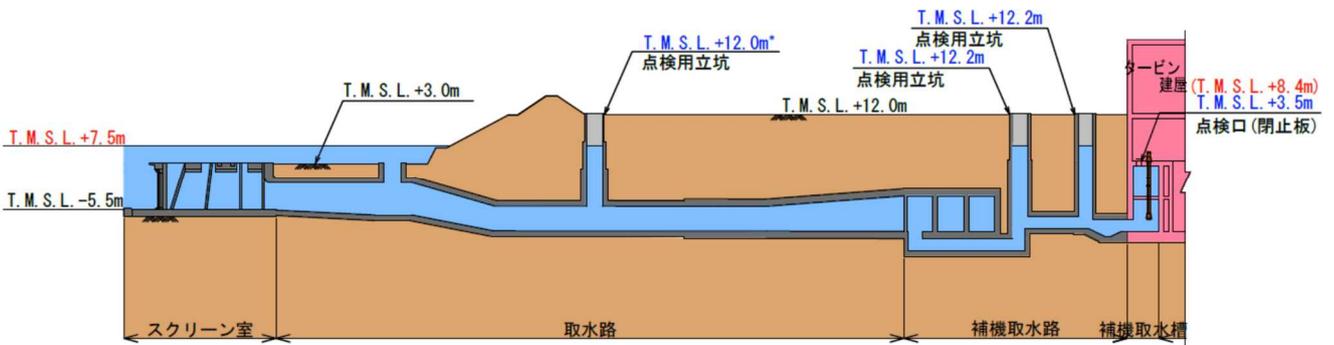
图3-2 取水路配置图

凡例
 赤字：入力津波高さ
 青字：許容津波高さ

注記*：地震による地盤沈下
 0.2m を考慮した値



循環水系 (A-A 断面)



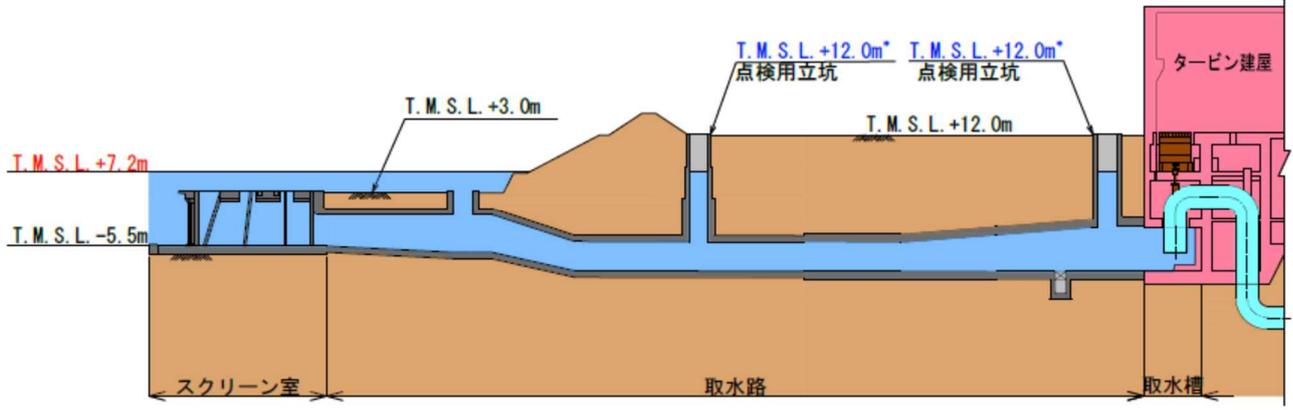
補機冷却海水系 (B-B 断面)

図3-3 6号機 取水路断面図

K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0

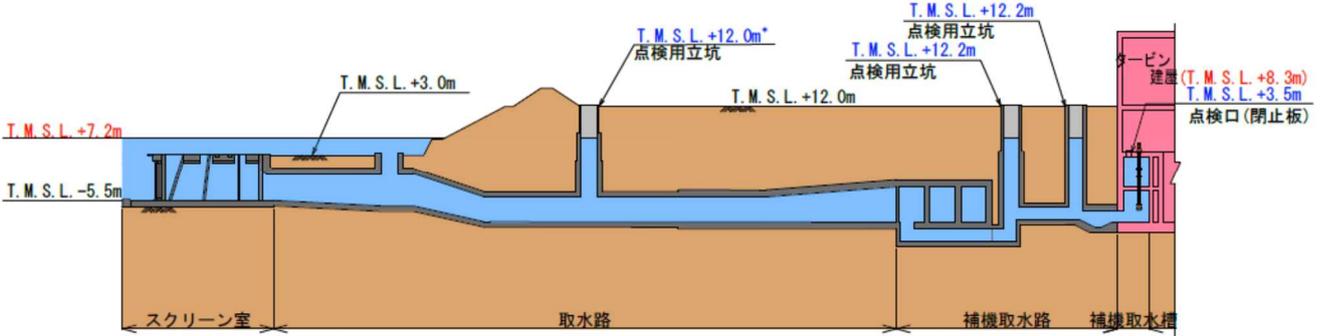
凡例
 赤字：入力津波高さ
 青字：許容津波高さ

注記*：地震による地盤沈下
 0.2m を考慮した値



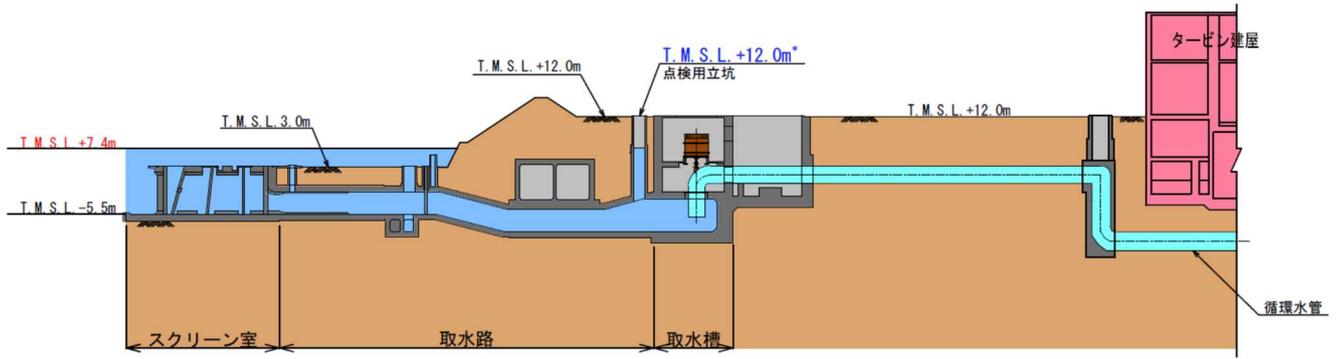
循環水系 (C-C 断面)

K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0



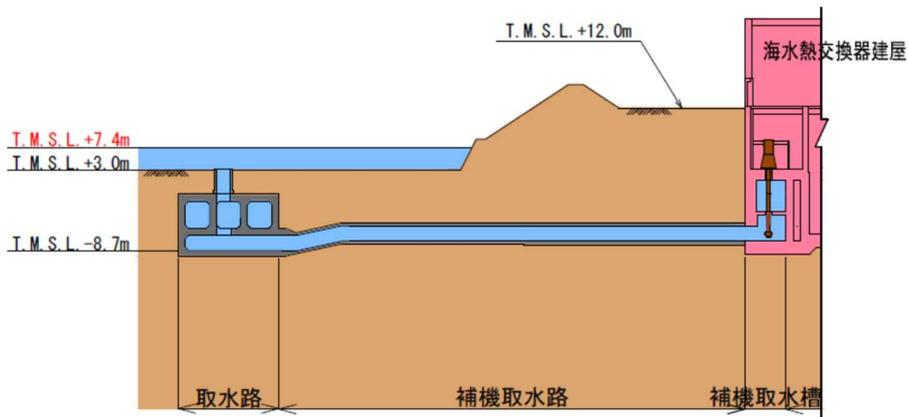
補機冷却海水系 (D-D 断面)

図3-4 7号機 取水路断面図



循環水系 (E-E 断面)

K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0



補機冷却海水系 (F-F 断面)

凡例	
赤字	入力津波高さ
青字	許容津波高さ

注記* : 地震による地盤沈下
0.2m を考慮した値

図3-5 5号機 取水路断面図

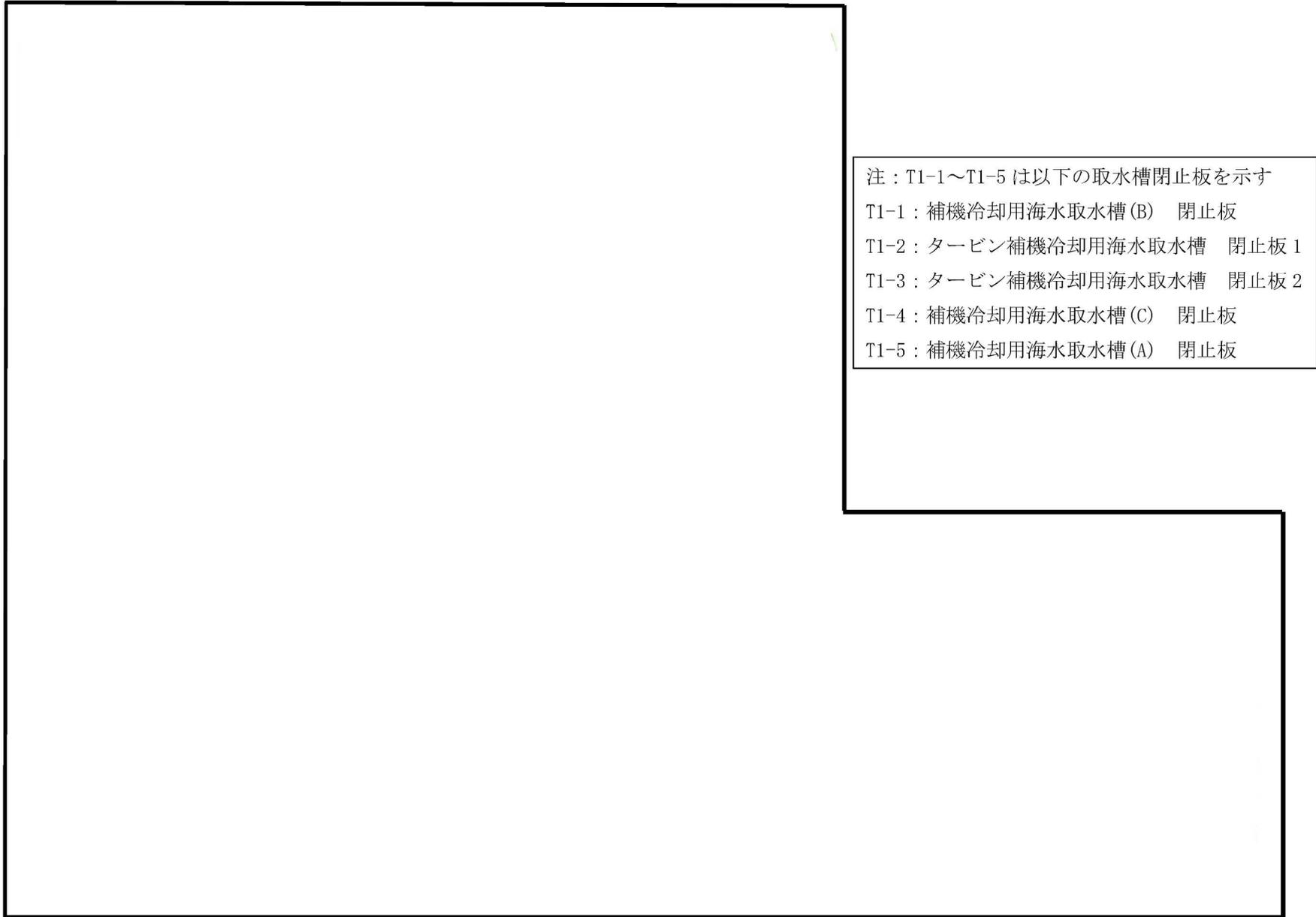


図 3-6 6号機取水槽閉止板配置図

表3-3 取水路からの津波の流入評価結果

流入経路		①	②	裕度 (②-①)	評価	
		入力 津波高さ (T. M. S. L.)	許容 津波高さ (T. M. S. L.)			
6号機	循環水系	取水路 点検用立坑	+7.5m ^{*2}	+12.0 ^{*4*6} (+12.2m) ^{*7}	4.5m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
	補機冷却 海水系	補機取水路 点検用立坑	+8.4m ^{*3}	+12.2m ^{*4}	3.8m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
		補機取水槽 点検口	+8.4m ^{*3}	+3.5m ^{*5}	—	○ 浸水防止設備として取水槽閉止板を設置しており、建屋・区画に津波は流入しない
7号機	循環水系	取水路 点検用立坑	+7.2m ^{*2}	+12.0 ^{*4*6} (+12.2m) ^{*7}	4.8m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
	補機冷却 海水系	補機取水路 点検用立坑	+8.3m ^{*3}	+12.2m ^{*4}	3.9m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
		補機取水槽 点検口	+8.3m ^{*3}	+3.5m ^{*5}	—	○ 浸水防止設備として取水槽閉止板を設置しており、建屋・区画に津波は流入しない
5号機	循環水系	取水路 点検用立坑	+7.4m ^{*2}	+12.0 ^{*4*6} (+12.2m) ^{*7}	4.6m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
	補機冷却 海水系	— ^{*1}	—	—	—	—

注記*1 : 津波が流入する可能性のある経路は存在しない

*2 : 各号機の取水口における最高水位

*3 : 管路解析により得られる各号機の補機取水槽における最高水位

*4 : 点検用立坑の天端標高

*5 : 点検口の設置床面（補機取水槽の上部床面）高さ

*6 : 地震による地盤沈下0.2mを考慮した値

*7 : 地震による地盤沈下を考慮しない場合の値

*8 : 参照する裕度（0.43m）に対しても余裕がある

ロ. 放水路からの流入について

放水路は、タービン建屋から循環水配管、放水庭、補機冷却用海水放水路（以下「補機放水路」という。）、補機放水庭に至る系統からなる地中構造物である。これら地中構造物には点検用の立坑が設置されている。放水路からの流入経路に係る配置図を図3-7に示す。

これらの放水路から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を表3-4にまとめて示す。

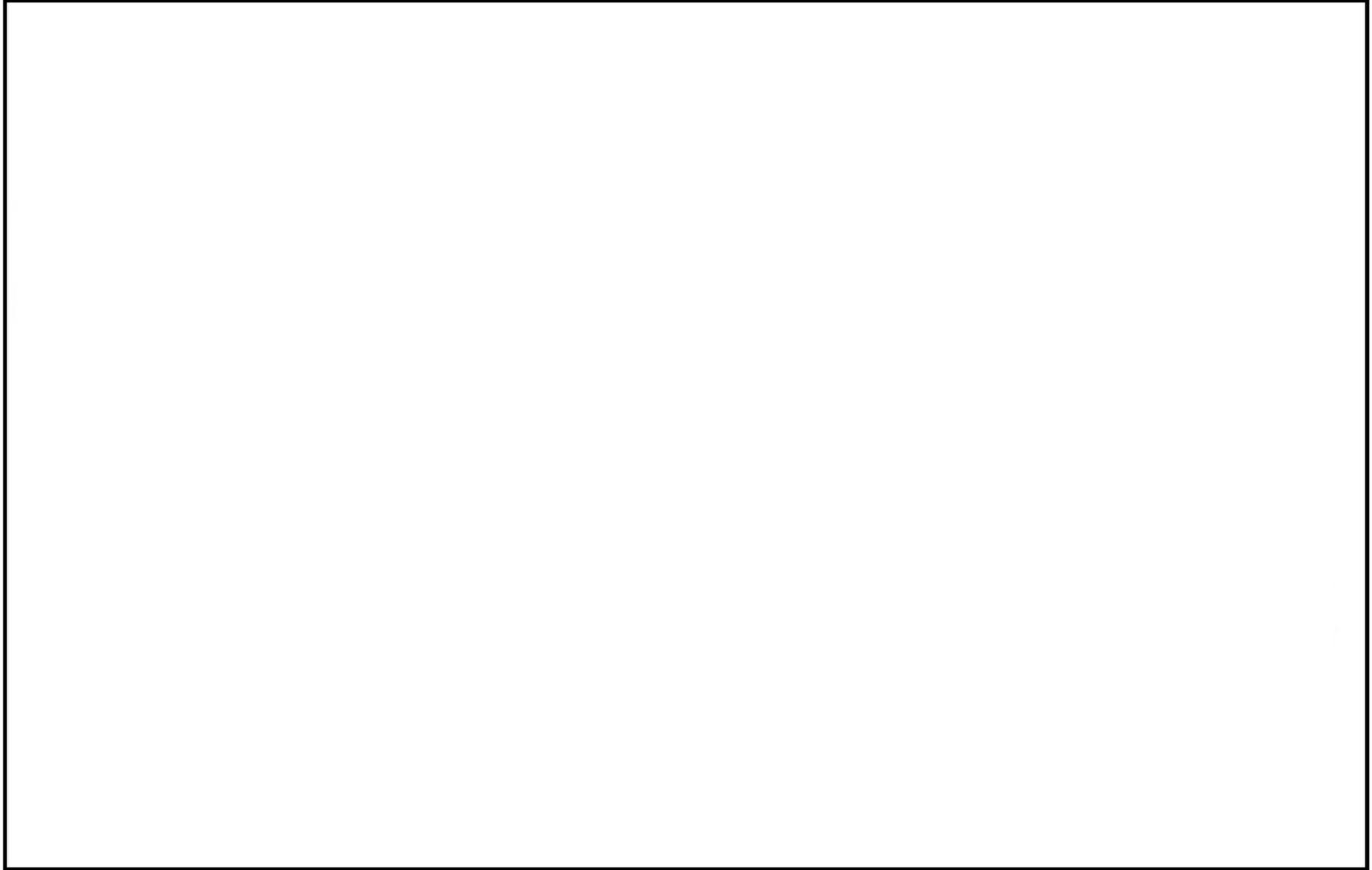
(イ) 放水路から敷地地上部への流入について

放水路につながり津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては放水路の点検用立坑及び放水庭等の開口部が挙げられるが、これらは敷地面上 (T. M. S. L. +12m) 又は防潮堤上 (T. M. S. L. 約+15m) で開口しており、その天端標高は、いずれも流入口となる放水口における最高水位及び管路解析により得られる放水庭、補機放水庭における最高水位(入力津波高さ) よりも高い。また、この高さは参照する裕度 (0.43m) を考慮しても余裕がある。したがって、これらの経路から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。放水路からの流入経路に係る断面図を図3-8から図3-10に示す。

(ロ) 放水路から建屋・区画への流入について

放水路につながり津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に流入する可能性のある経路としては、放水庭とタービン建屋の間に敷設されている循環水配管の放水庭側壁貫通部 (配管と壁の隙間部)、及び補機放水庭とタービン建屋の間に敷設されている補機冷却海水配管のタービン建屋外壁貫通部 (配管と壁の隙間部) が考えられる。このうち前者については、当該貫通部がコンクリート巻立てとなっており、かつ循環水配管がボール捕集器ピットより先で直接埋設となっている。また後者については、当該貫通部が補機放水庭における最高水位(入力津波高さ) よりも高所 (T. M. S. L. +12mの敷地よりも上部) に位置する。このため、いずれも津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への津波の流入経路となることはない。

K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0

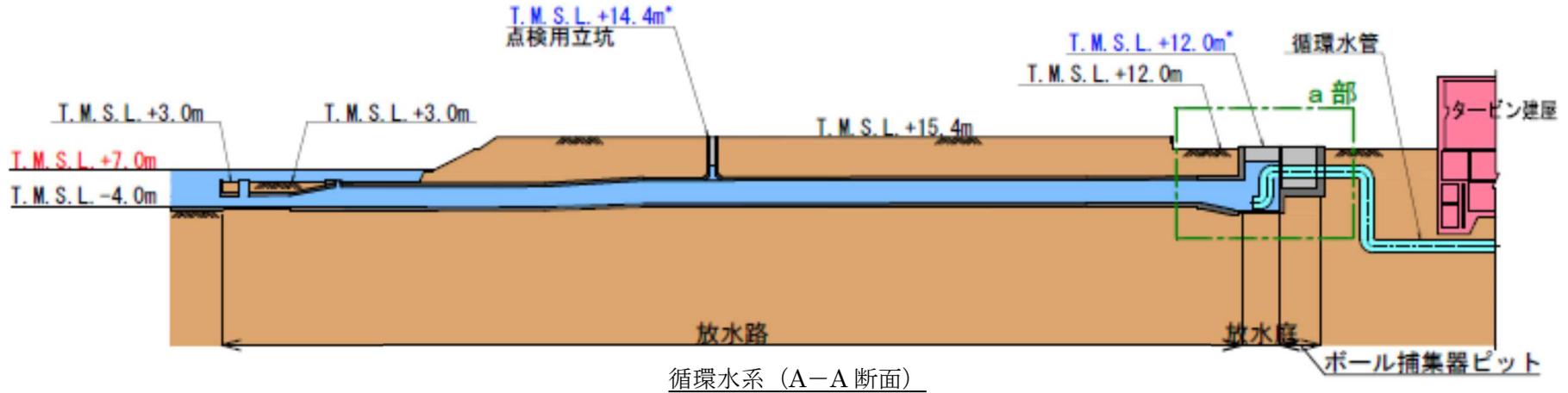


23

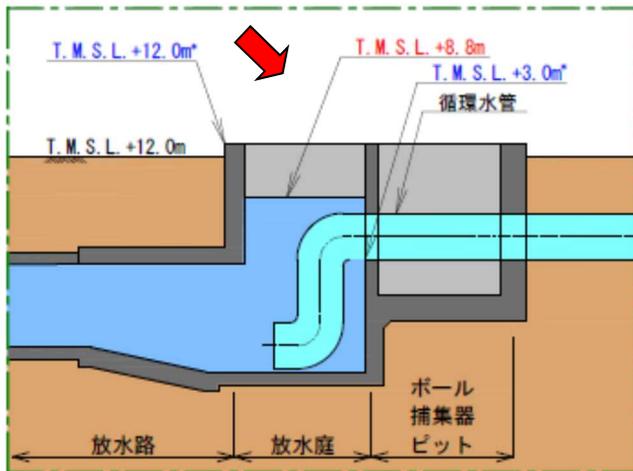
图 3-7 放水路配置图

凡 例
 赤字：入力津波高さ
 青字：許容津波高さ

注記*：地震による地盤沈下
 1.0m を考慮した値



a 部詳細図



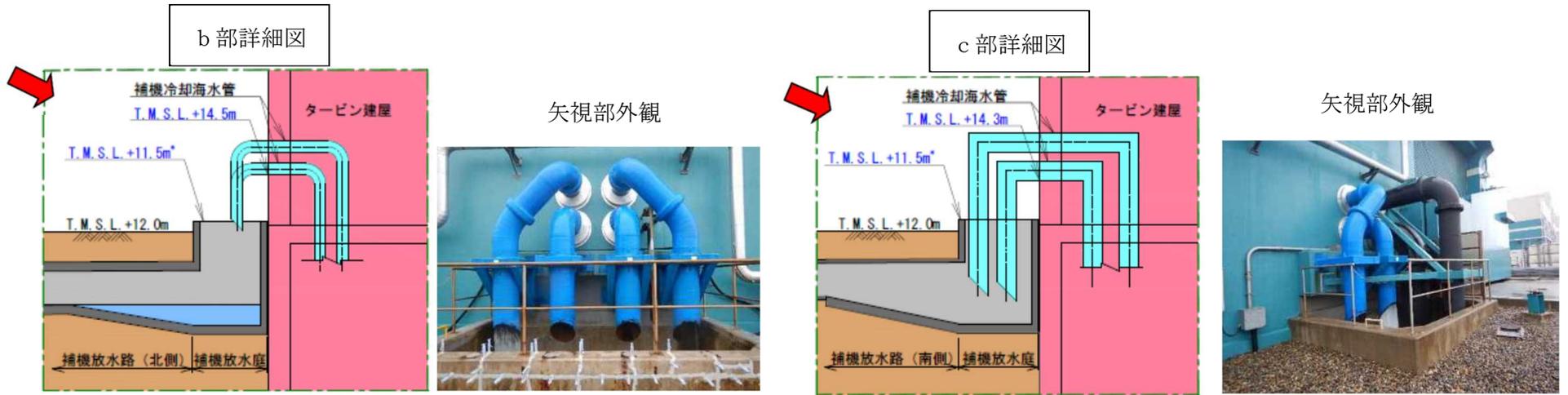
矢視部外観 (代表例)



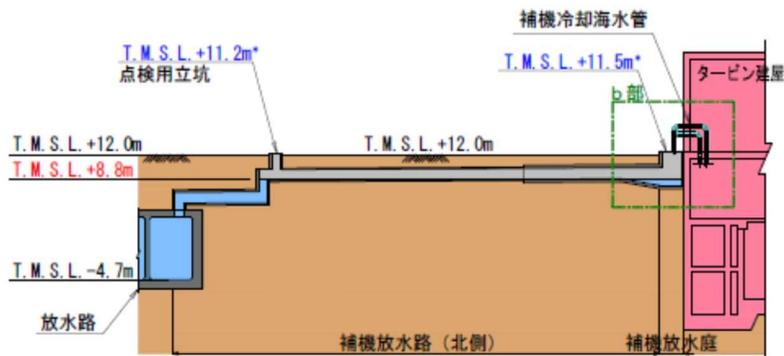
図 3-8 6 号機 放水路断面図 (1/2)

凡例
 赤字：入力津波高さ
 青字：許容津波高さ

注記*：地震による地盤沈下
 1.0m を考慮した値



補機冷却海水系（北側）（B-B断面）



補機冷却海水系（南側）（C-C断面）

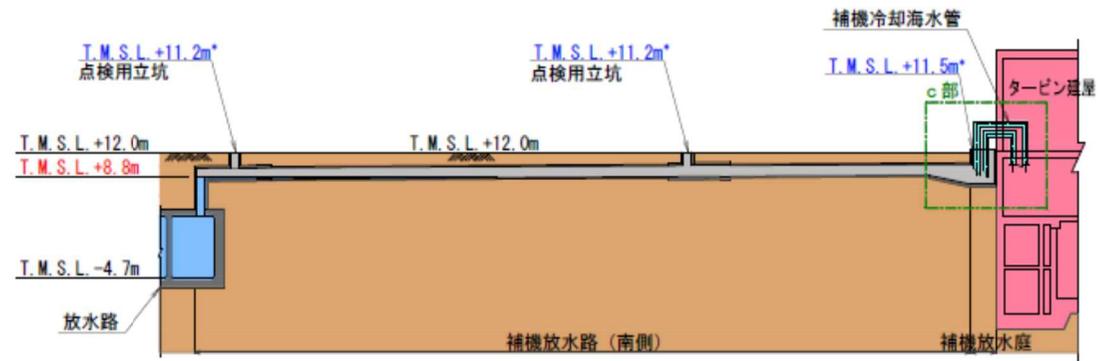


図3-8 6号機 放水路断面図 (2/2)

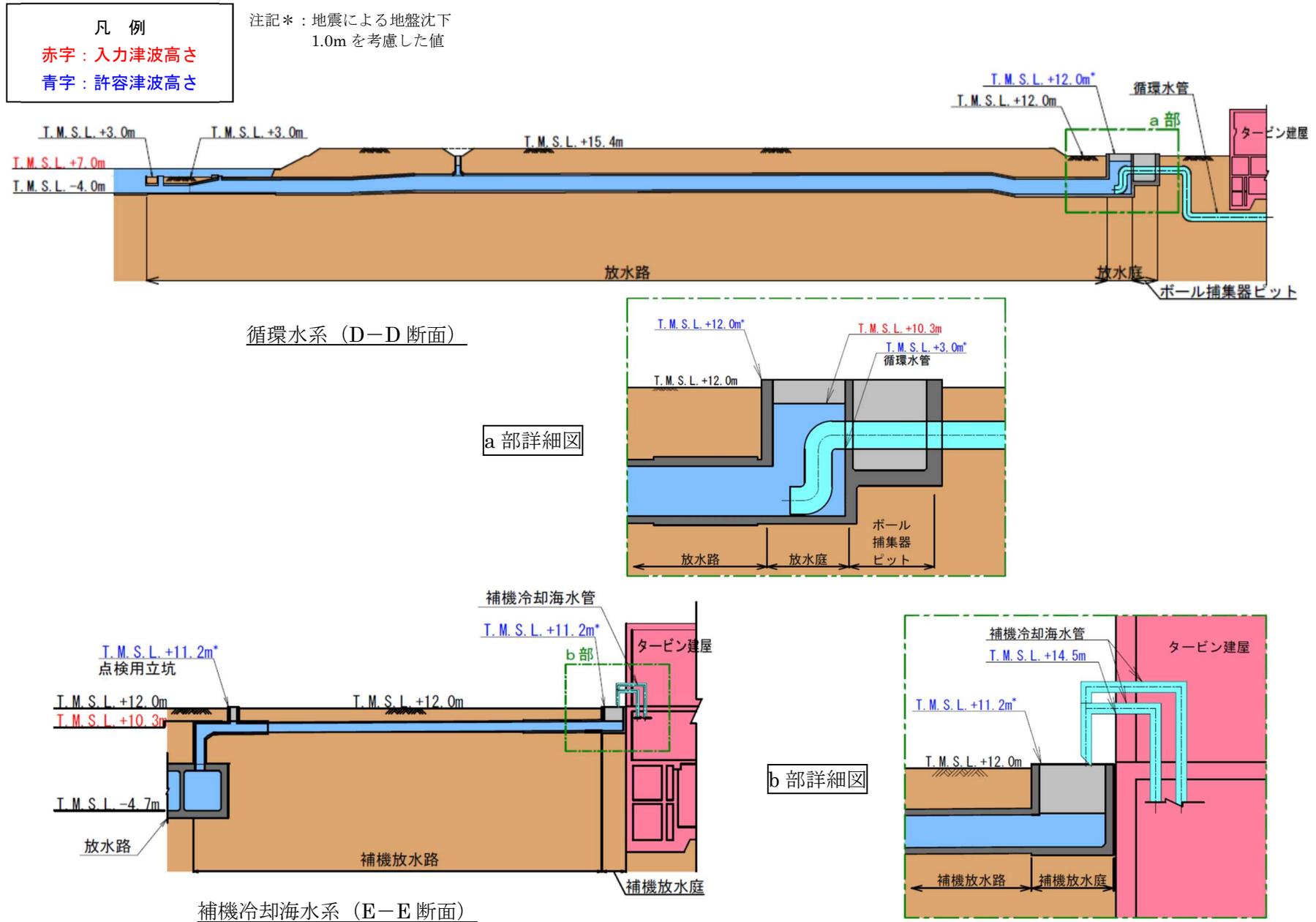
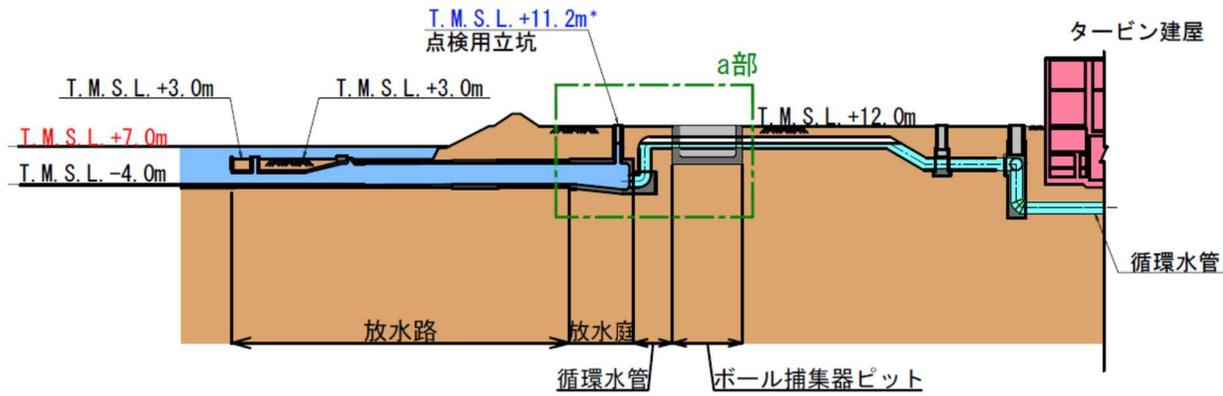


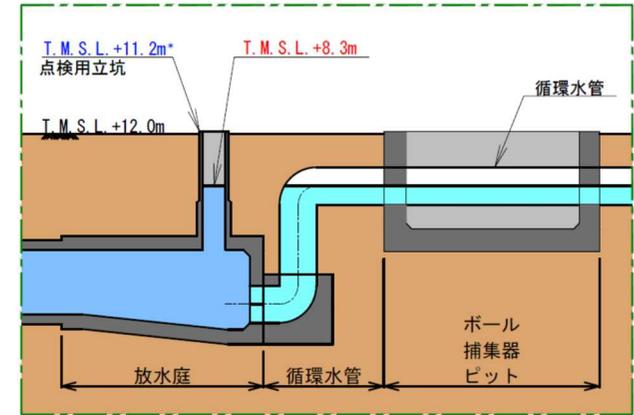
図3-9 7号機 放水路断面図

凡例
 赤字：入力津波高さ
 青字：許容津波高さ

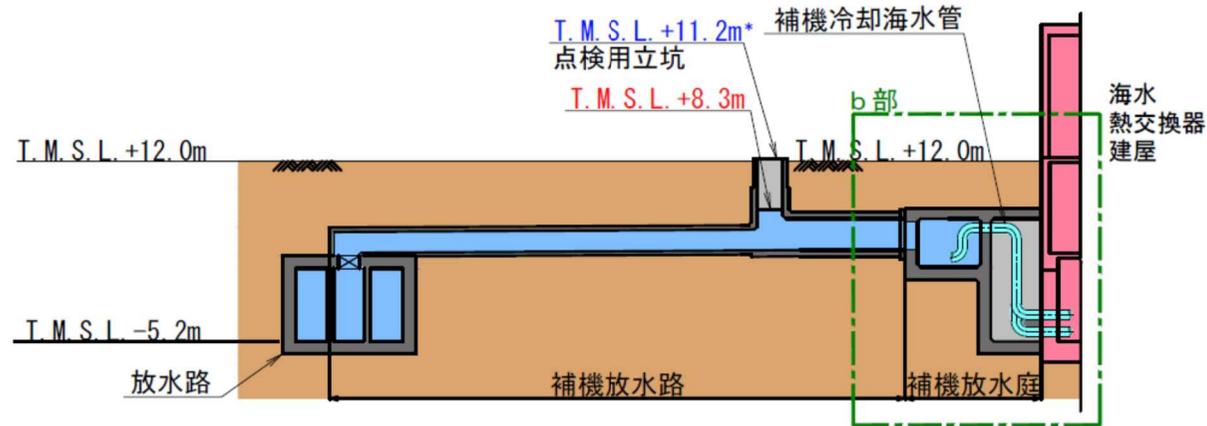
注記*：地震による地盤沈下
 1.0mを考慮した値



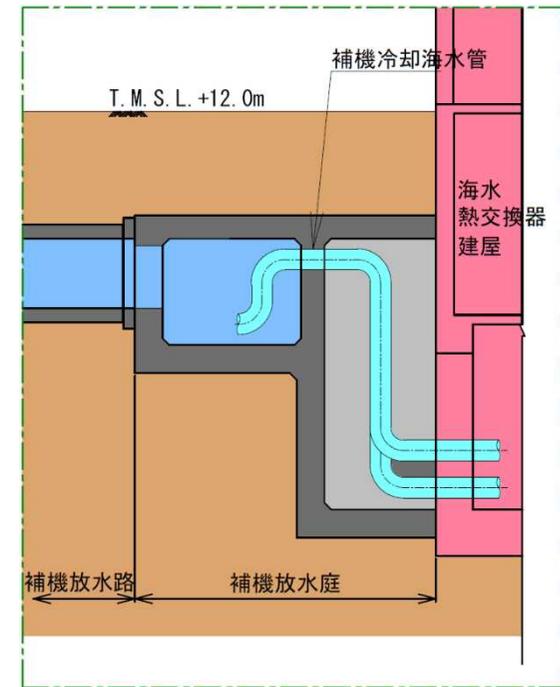
循環水系 (F-F 断面)



a 部詳細図



補機冷却海水系 (G-G 断面)



b 部詳細図

図3-10 5号機 放水路断面図

表3-4 放水路からの津波の流入評価結果 (1/2)

流入経路			①	②	裕度 (②-①)	評価
			入力 津波高さ (T. M. S. L.)	許容 津波高さ (T. M. S. L.)		
6 号 機	循環水系	放水路点検 用立坑	+7.0m ^{*1}	+14.4m ^{*3*6} (+15.4m) ^{*7}	7.4m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
		放水庭	+8.8m ^{*2}	+12.0m ^{*3*6} (+13.0m) ^{*7}	3.2m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
		循環水配管 周囲隙間部	+8.8m ^{*2}	+3.0m ^{*4*6} (+4.0m) ^{*7}	—	○ コンクリート巻立てとなっており、建屋・区画に津波は流入しない
	補機冷却 海水系	補機放水路 点検用立坑	+8.8m ^{*2}	+11.2m ^{*3*6} (+12.2m) ^{*7}	2.4m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
		補機放水庭	+8.8m ^{*2}	+11.5m ^{*3*6} (+12.5m) ^{*7}	2.7m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
		補機冷却海 水配管周囲 隙間部	+8.8m ^{*2}	+14.3m ^{*5}	5.5m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、建屋・区画に津波は流入しない
7 号 機	循環水系	放水庭	+10.3m ^{*2}	+12.0m ^{*3*6} (+13.0m) ^{*7}	1.7m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
		循環水配管 周囲隙間部	+10.3m ^{*2}	+3.0m ^{*4*6} (+4.0m) ^{*7}	—	○ コンクリート巻立てとなっており、建屋・区画に津波は流入しない
	補機冷却 海水系	補機放水路 点検用立坑	+10.3m ^{*2}	+11.2m ^{*3*6} (+12.2m) ^{*7}	0.9m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
		補機放水庭	+10.3m ^{*2}	+11.2m ^{*3*6} (+12.2m) ^{*7}	0.9m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない

表3-4 放水路からの津波の流入評価結果 (2/2)

流入経路			①	②	裕度 (②-①)	評価
			入力 津波高さ (T. M. S. L.)	許容 津波高さ (T. M. S. L.)		
7 号 機	補機冷却海 水系	補機冷却海 水配管周囲 隙間部	+10.3m ^{*2}	+14.5m ^{*5}	4.2m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、建屋・区画に 津波は流入しない
5 号 機	循環水系	放水路点検 用立坑	+8.3m ^{*2}	+11.2m ^{*3*6} (+12.2m) ^{*7}	2.9m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	補機冷却海 水系	補機放水路 点検用立坑	+8.3m ^{*2}	+11.2m ^{*3*6} (+12.2m) ^{*7}	2.9m ^{*8}	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない

注記*1 : 放水口における最高水位

*2 : 管路解析により得られる各号機の放水庭、補機放水庭における最高水位

*3 : 点検用立坑、放水庭、補機放水庭の天端標高

*4 : 循環水配管の放水庭側壁貫通部下端（配管外周部）の中で最も低い値（参考）

*5 : 補機冷却海水配管のタービン建屋外壁貫通部下端（配管外周部）の中で最も低い値

*6 : 地震による地盤沈下1.0mを考慮した値

*7 : 地震による地盤沈下を考慮しない場合の値

*8 : 参照する裕度（0.43m）に対しても余裕がある

ハ. 屋外排水路からの流入について

海域から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地につながる屋外排水路としては、敷地の北側を通り海域に到るものが一つ（①），放水路を経由して海域に至るものが一つ（②），5～7号機各タービン建屋西側から海域に到るものが三つ（③，④，⑤）の，計五つがある。各排水路はφ1000のヒューム管等で構成される地中構造物であり，排水路上には敷地面に開口する形で集水升が設置されている。なお，排水路③，④，⑤については，排水路の排出口部（T. M. S. L. +6m）にフラップゲートが設置されている。屋外排水路からの流入経路に係る配置図を図3-11に示す。

K6 ① VT-1-1-3-2-4 R0

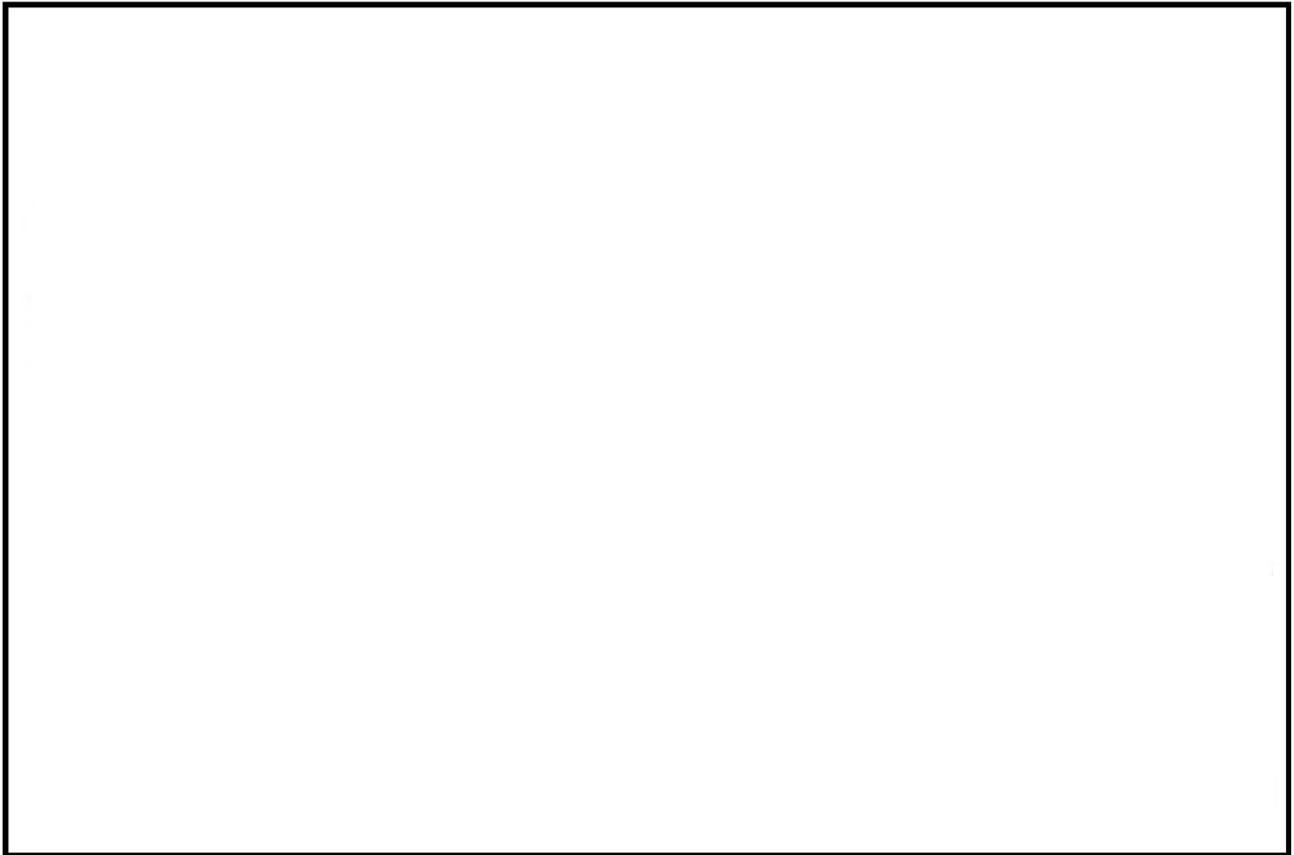


図3-11 屋外排水路配置図

屋外排水路につながり津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては集水升の開口部が挙げられるが、これらは敷地面上（T.M.S.L. +12m）又は防潮堤上（T.M.S.L. 約+15m）で開口しており、その天端標高は、いずれも流入口となる放水口における最高水位及び護岸部における最高水位（入力津波高さ）に対して2m以上の余裕がある。したがって、これらの経路から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。

なお、排水路③、④、⑤の排出口部に設置されたフラップゲートは、基準津波を上回る規模の津波の発生に備えて、津波の敷地への流入防止を目的として設置した自主的対策設備である。以上の結果を表3-5にまとめて示す。

表3-5 屋外排水路からの津波の流入評価結果

流入経路	①	②	裕度 (②-①)	評価
	入力 津波高さ (T.M.S.L.)	許容 津波高さ (T.M.S.L.)		
排水路①	+7.0m ^{*1}	+11.5m ^{*3*4} (+12.5m) ^{*5}	4.5m ^{*6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
排水路②	+7.0m ^{*1}	+14.4m ^{*3*4} (+15.4m) ^{*5}	7.4m ^{*6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
排水路③	+8.3m ^{*2}	+10.9m ^{*3*4} (+11.9m) ^{*5}	2.6m ^{*6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
排水路④	+8.3m ^{*2}	+11.0m ^{*3*4} (+12.0m) ^{*5}	2.7m ^{*6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
排水路⑤	+8.3m ^{*2}	+11.0m ^{*3*4} (+12.0m) ^{*5}	2.7m ^{*6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない

注記*1：放水口における最高水位

*2：護岸部における最高水位（保守的に発電所全体遡上域最高水位）

*3：各排水路集水升の天端標高

*4：地震による地盤沈下1.0mを考慮した値

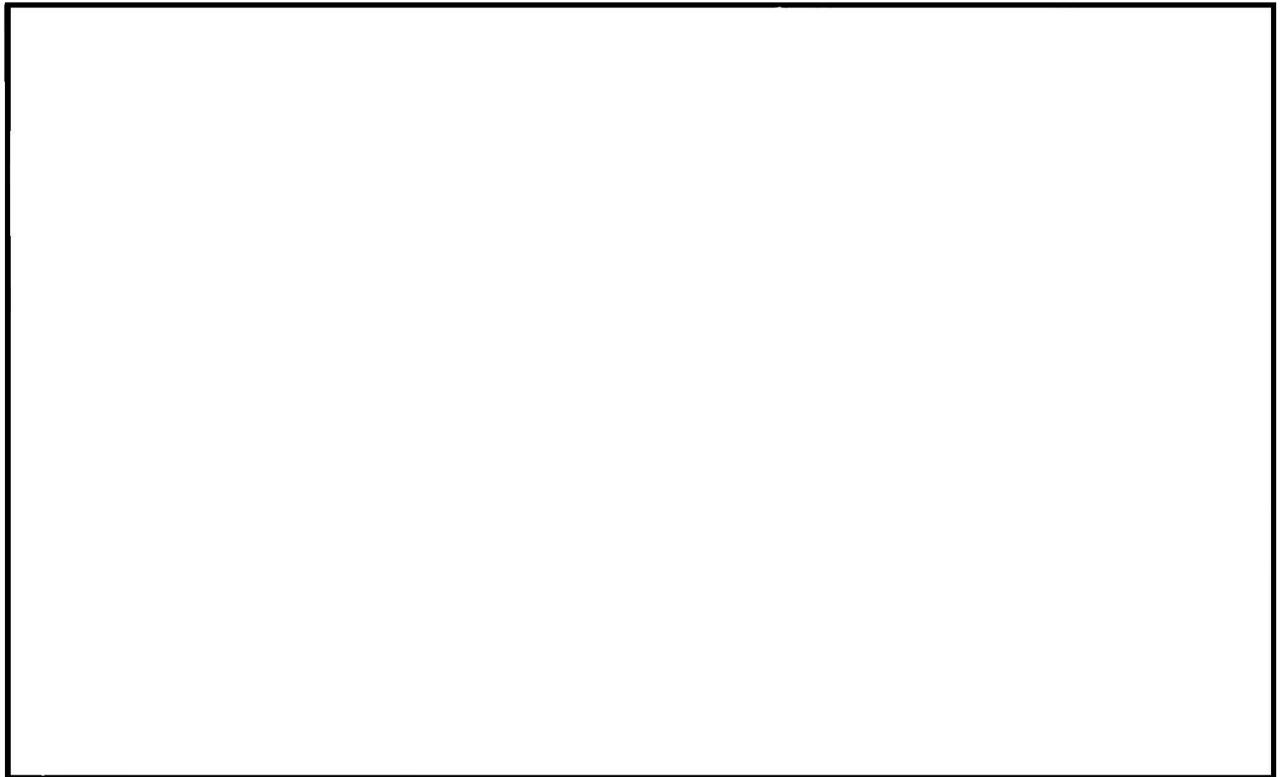
*5：地震による地盤沈下を考慮しない場合の値

*6：参照する裕度（0.43m）に対しても余裕がある

ニ. 電源ケーブルトレンチからの流入経路について

海域から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に至る電源ケーブルトレンチとしては、5号機のスクリーン室から循環水ポンプ室に接続するトレンチ(①)と6,7号機のスクリーン室から6号機の放水庭に接続するトレンチ(②)とがある。各トレンチは鉄筋コンクリートより構成される地中構造物である。電源ケーブルトレンチからの流入経路に係る配置図を図3-12に示す。

これらの電源ケーブルトレンチから津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を表3-6にまとめて示す。



K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0

図3-12 電源ケーブルトレンチ配置図

(イ) 電源ケーブルトレンチから敷地地上部への流入について

電源ケーブルトレンチにつながり津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としてはトレンチの敷地面における開口部が挙げられるが、トレンチ開口部の天端標高は、いずれも流入口となる取水口における最高水位（入力津波高さ）に対して4m程度の余裕がある。したがって、これらの経路から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。電源ケーブルトレンチからの流入経路に係る断面図を図3-13に示す。

(ロ) 電源ケーブルトレンチから建屋・区画への流入について

電源ケーブルトレンチは津波防護対象設備を内包する建屋及び区画と直接つながっていないため、当該トレンチが津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への津波の流入経路となることはない。

K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0

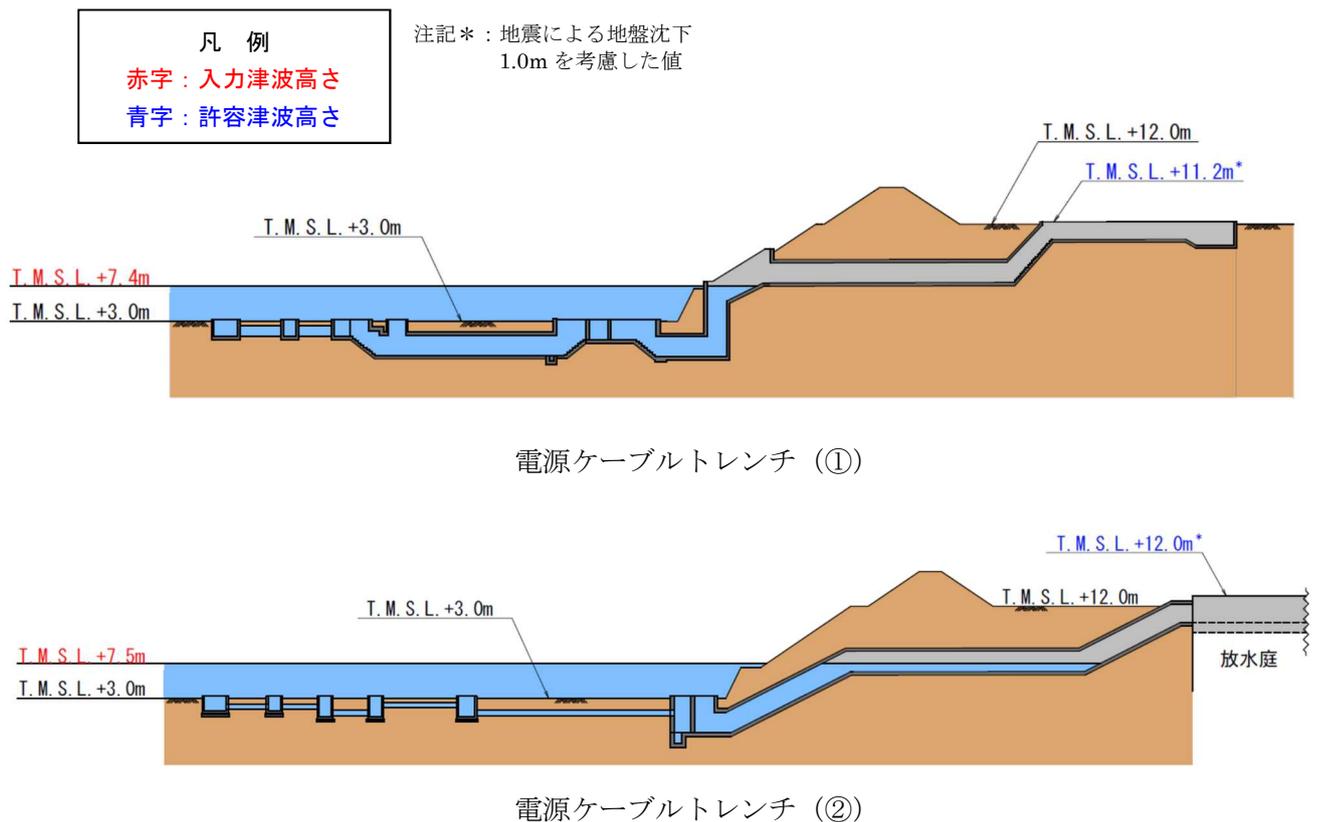


図3-13 電源ケーブルトレンチ断面図

表3-6 電源ケーブルトレンチからの津波の流入評価結果

流入経路	①	②	裕度 (②-①)	評価
	入力 津波高さ (T. M. S. L.)	許容 津波高さ (T. M. S. L.)		
トレンチ①	+7.4m ^{*1}	+11.2m ^{*3*4} (+12.2m) ^{*5}	3.8m ^{*6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
トレンチ②	+7.5m ^{*2}	12.0m ^{*3*4} (+13.0m) ^{*5}	4.5m ^{*6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない

注記*1 : 5号機の取水口における最高水位

*2 : 6号機の取水口における最高水位 (6, 7号機のうち最高水位がより高い6号機における値)

*3 : 各トレンチ開口部の天端標高

*4 : 地震による地盤沈下 1.0m を考慮した値

*5 : 地震による地盤沈下を考慮しない場合の値

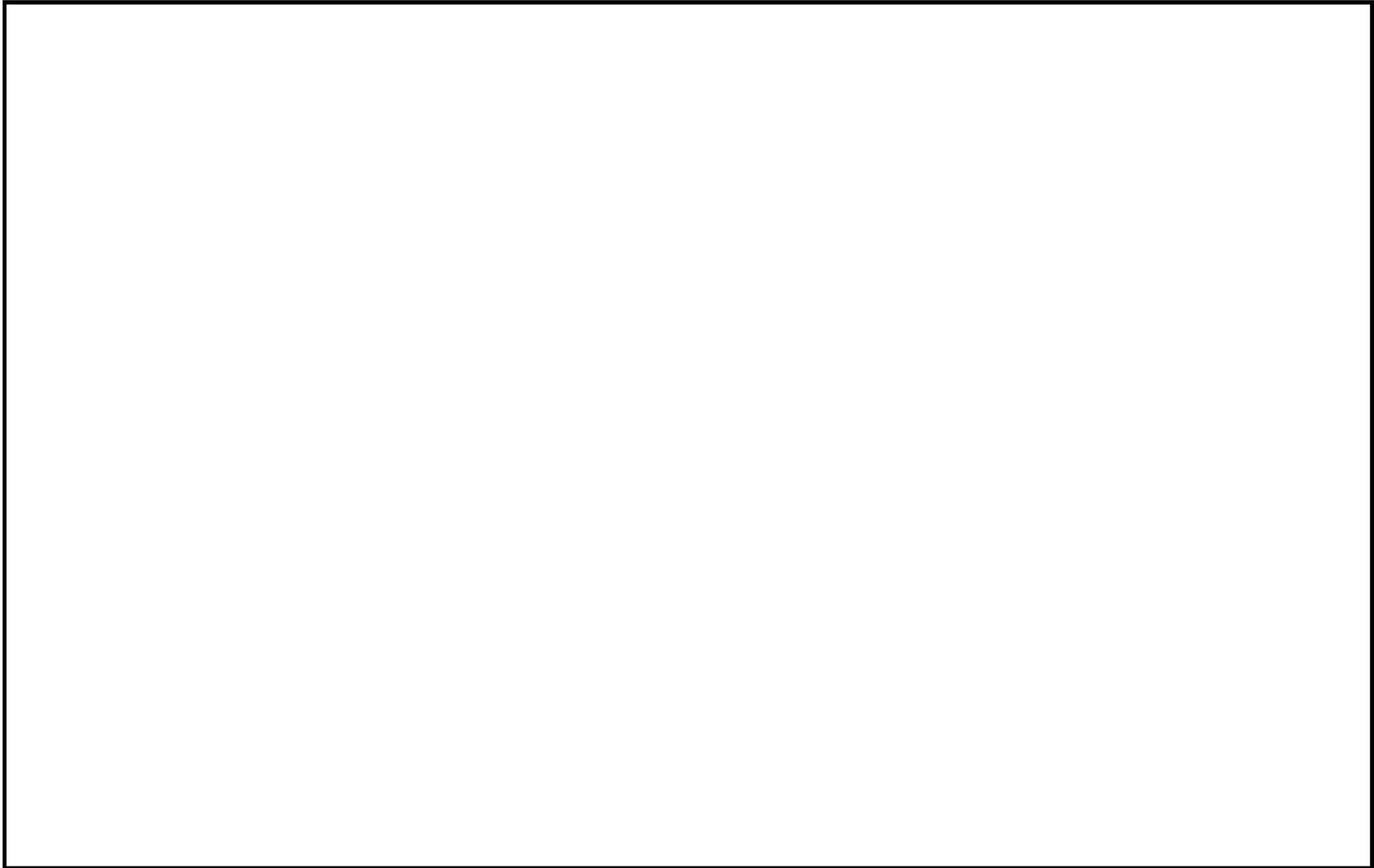
*6 : 参照する裕度 (0.43m) に対しても余裕がある

ホ. ケーブル洞道からの流入経路について

ケーブル洞道は主として、T.M.S.L. +5m の荒浜側防潮堤内敷地の東側に位置する T.M.S.L. +13m の敷地に設けられた 500kV 開閉所から、荒浜側防潮堤内敷地に設置された 1～4 号機の各種変圧器まで、及び大湊側敷地に設置された 5～7 号機の各種変圧器まで敷設された鉄筋コンクリートにより構成された地中構造物である。ケーブル洞道の配置を図 3-14 に示す。

500kV 開閉所から荒浜側防潮堤内敷地に至る洞道と、同開閉所から大湊側敷地に至る洞道とは相互に接続されているため、自主的な対策設備として設置している荒浜側防潮堤の機能を考慮せず、T.M.S.L. +5m の荒浜側防潮堤内敷地への津波の流入、及び敷地面上の開口部等を介した洞道への浸水を想定すると、本洞道が「海域に接続し津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地につながる経路」を形成することになる。このため、荒浜側防潮堤の機能を考慮しない条件において、ケーブル洞道から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を表 3-7 にまとめて示す。

K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0



36

図 3-14 ケーブル洞道配置図

(イ) ケーブル洞道から敷地地上部への流入について

荒浜側から大湊側に至るケーブル洞道は、中央土捨場部をまたいで2経路が敷設されており、これが大湊側敷地で合流した後に、5～7号機用に3経路に分岐し、それぞれ各変圧器まで敷設されている。

ここで、大湊側から荒浜側に向かいケーブル洞道の底版上面高さを見たとき、中央土捨場部をまたぐ2経路のうち東側の洞道は中央土捨場部においてピーク高さ T.M.S.L. +45.6m に達している。また、西側の洞道は、中央土捨場を越えた500kV 開閉所を設置する敷地部において、2経路に分岐した後に、それぞれピーク高さ T.M.S.L. +8.8m (地震による地盤沈下 1.2m を考慮すると T.M.S.L. +7.6m) と T.M.S.L. +9.8m (地震による地盤沈下 1.2m を考慮すると T.M.S.L. +8.6m) に達している。これに対し、荒浜側防潮堤内敷地における最高水位 (入力津波高さ) は T.M.S.L. +6.9m であることから、保守的に、洞道内の浸水水位が荒浜側防潮堤内の最高水位と同等になると仮定した場合でも、その水位は上記の各ピーク高さを超えることはない。また、このピーク高さは参照する裕度 (0.43m) を考慮しても余裕がある。

以上より、ケーブル洞道から津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する大湊側敷地に津波が流入することはない。ケーブル洞道からの流入経路に係る断面図を図 3-15 に示す。

(ロ) ケーブル洞道から建屋・区画への流入について

大湊側敷地の3経路に分岐したケーブル洞道のうち、1経路はコントロール建屋脇に接続されているが、前項に示したとおり、荒浜側から大湊側に向かうケーブル洞道の底版上面のピーク高さが入力津波高さよりも高いため、建屋及び区画地下部も含めて津波が大湊側敷地に流入することはない。

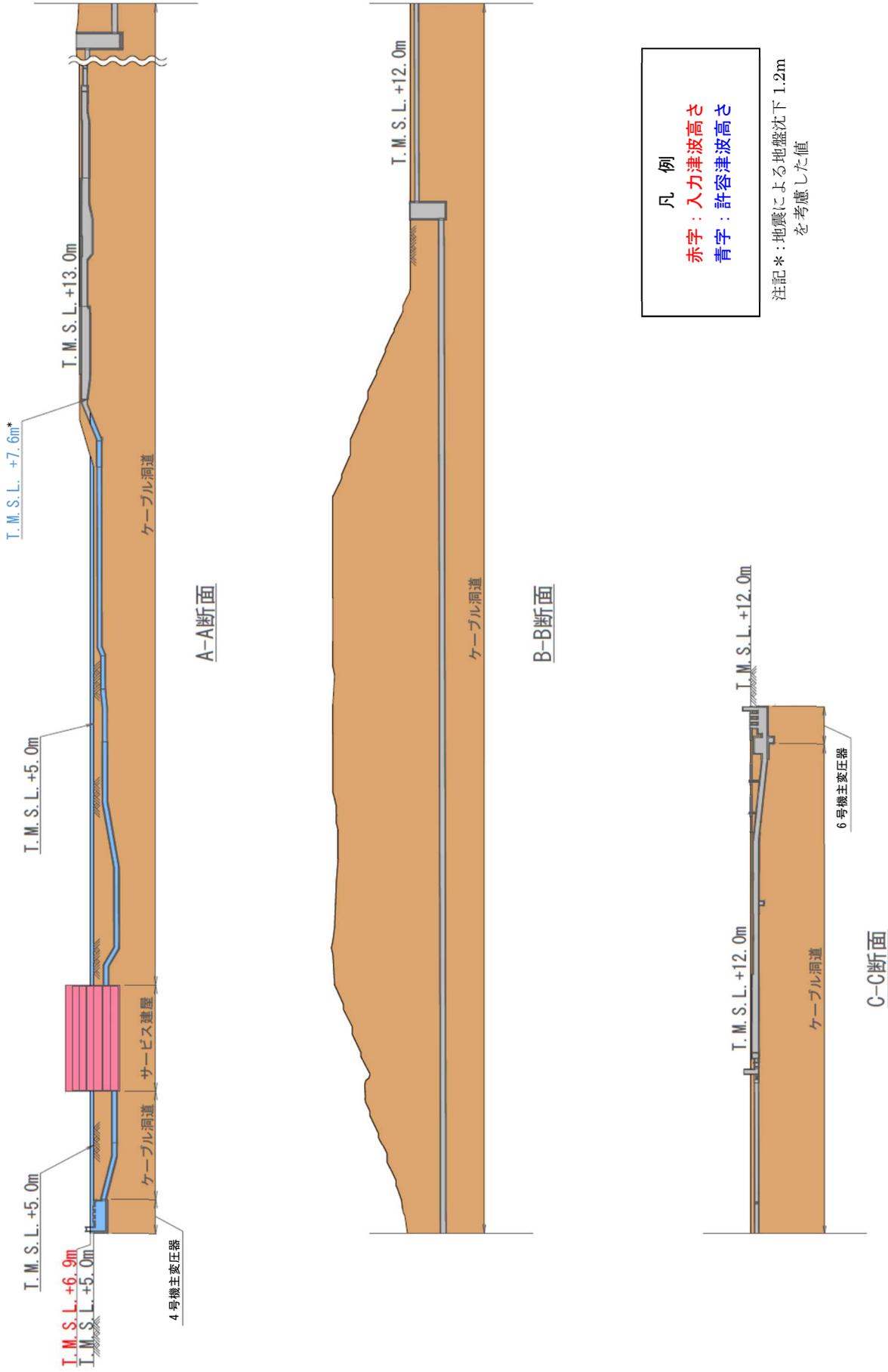


図3-15 ケーブル洞道断面図

表 3-7 ケーブル洞道からの津波の流入評価結果

流入経路	①	②	裕度 (②-①)	評価
	入力 津波高さ (T. M. S. L.)	許容 津波高さ (T. M. S. L.)		
ケーブル 洞道	+6.9m*1	+7.6m*2*3 (+8.8m)*4	0.7m*5	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない

注記*1 : 荒浜側防潮堤内敷地における最高水位

*2 : 大湊側に向かうケーブル洞道底版上面ピーク高さのうち最も低い値

*3 : 地震による地盤沈下 1.2m を考慮した値

*4 : 地震による地盤沈下を考慮しない場合の値

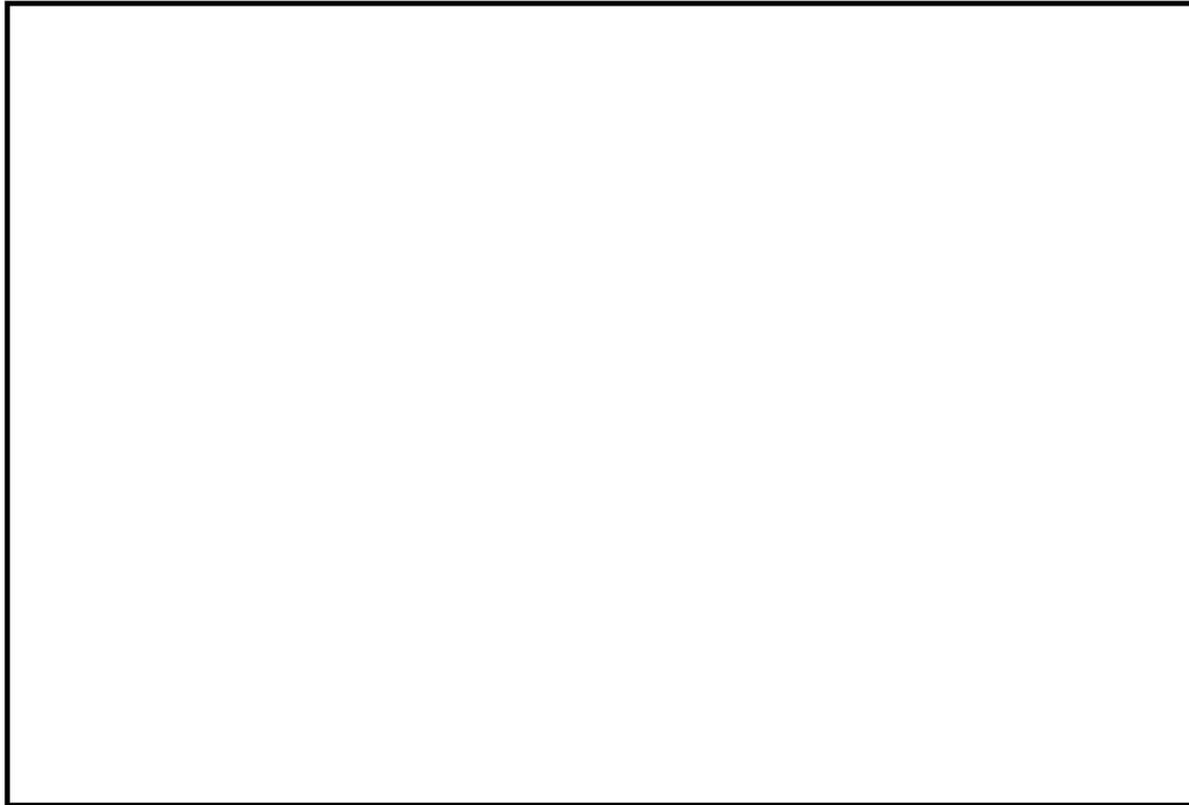
*5 : 参照する裕度 (0.43m) に対しても余裕がある

(4) 津波防護対策

「(3) 評価結果」にて示すとおり，敷地への浸水防止（外郭防護1）を実施するため，浸水防止設備としてタービン建屋内の地下階の補機取水槽上部床面に設けられた点検口に取水槽閉止板を設置し，補機取水槽上部床面に存在する配管の貫通部には貫通部止水処置を実施する。

タービン建屋内の地下の補機取水槽上部床面に外郭防護として浸水防止設備を設置する範囲は，補機取水槽における入力津波高さに対し，設計上の裕度を考慮することとする。

これらの設備の設置位置の概要を図3-16に示す。また，詳細な設計方針については，VI-1-1-3-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す。



注：T1-1～T1-5 は以下の取水槽閉止板を示す
T1-1：補機冷却用海水取水槽(B) 閉止板
T1-2：タービン補機冷却用海水取水槽 閉止板 1
T1-3：タービン補機冷却用海水取水槽 閉止板 2
T1-4：補機冷却用海水取水槽(C) 閉止板
T1-5：補機冷却用海水取水槽(A) 閉止板

6号機タービン建屋海水熱交換器区域地下1階：T.M.S.L. +3.5m

図 3-16 浸水防止設備の位置概要図

3.3 漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）に係る評価

津波防護対象設備への影響評価のうち、漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護2）に係る評価に当たっては、漏水によって津波防護対象設備が有する重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止するための評価を行うため、「(1) 評価方針」にて評価を行う方針を定め、「(2) 評価方法」に定める評価方法を用いて評価を実施し、評価の結果を「(3) 評価結果」に示す。

評価において、漏水する可能性がある確認された箇所については、「(4) 津波防護対策」に示す対策を実施することにより、漏水によって津波防護対象設備が有する重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないこととし、この場合の「(3) 評価結果」は、津波防護対策を踏まえて示すこととする。

(1) 評価方針

津波が敷地に襲来した場合、「3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）に係る評価」の「(4) 津波防護対策」に示す津波防護対策を講じた上でもなお漏れる水及び取水・放水設備の構造上、津波による圧力上昇により漏れる水を漏水と位置付け、ここでは、漏水による浸水範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）し、浸水対策として浸水想定範囲の境界の浸水の可能性のある経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する。

また、浸水想定範囲及びその周辺に津波防護対象設備がある場合は、防水区画化を行い、漏水によって津波防護対象設備が有する重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響がないことを評価する。さらに、浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する必要性を評価する。具体的には以下のとおり。

a. 漏水対策（浸水想定範囲の設定）

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設、地下部等における漏水の可能性のある箇所の有無を確認する。

漏水の可能性のある箇所がある場合は、当該箇所からの漏水による浸水想定範囲を確認する。

浸水想定範囲の境界において、浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する。

b. 重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響確認

浸水想定範囲及びその周辺に津波防護対象設備がある場合は、浸水防止設備を設置する等により防水区画化することを確認する。必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響がないことを確認する。

(2) 評価方法

a. 漏水対策（浸水想定範囲の設定）

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設、地下部等における漏水の可能性のある箇所の有無を確認するために、入力津波の流入範囲と津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に着目し、当該範囲のうち津波防護対策を講じた上でもなお漏水の可能性のある箇所並びに構造上、津波による圧力上昇により漏水の可能性のある箇所の有無について確認する。

漏水の可能性のある箇所がある場合は、当該箇所からの漏水による浸水想定範囲を確認し、同範囲の境界において浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部、貫通口等）について、浸水防止設備として浸水範囲を限定するための設備を設置する。

b. 重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響確認

上記 a. において浸水想定範囲が存在する場合、浸水想定範囲及びその周辺にある津波防護対象設備に対しては、浸水防止設備として防水区画化するための設備を設置するとともに、浸水量評価を行い防水区画内への浸水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響の有無を評価する。

(3) 評価結果

a. 漏水対策（浸水想定範囲の設定）

(a) 漏水可能性の検討結果

津波の流入する可能性のある取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して取水・放水施設や地下部等において津波による漏水の可能性のある箇所を確認した結果、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画のうち補機取水槽の床面については、その境界に入力津波が到達する可能性があり「3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）に係る評価」の「(3) 評価結果」を踏まえて「(4) 津波防護対策」に示すよう津波防護対策を実施することとしており、各床面には有意な漏水が生じ得る隙間部としてポンプグランド部等が存在するが、必要に応じ増し締めによる締め付け管理をしていることから、漏水する可能性はない。そのため、漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響はなく、排水設備も不要である。

3.4 津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（内郭防護）に係る評価

津波防護対象設備への影響評価のうち、津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（内郭防護）に係る評価に当たっては、津波による溢水によって津波防護対象設備が有する重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止するための評価を行うため、「(1) 評価方針」にて評価を行う方針を定め、「(2) 評価方法」に定める評価方法を用いて評価を実施し、評価の結果を「(3) 評価結果」に示す。

評価において、浸水防護重点化範囲が浸水する可能性があることが確認された箇所については、「(4) 津波防護対策」に示す対策を講じることにより、津波による溢水によって、津波防護対象設備が有する重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないこととし、この場合の「(3) 評価結果」は、津波防護対策を踏まえて示すこととする。

(1) 評価方針

津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（内郭防護）に係る評価では、津波防護対象設備に対して、内郭防護を実施することにより、地震・津波の相乗的な影響や津波以外の溢水要因も考慮した上で、津波防護対象設備が有する重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を津波による影響から隔離し、津波に対する浸水防護の多重化が達成されることを確認する。具体的な評価方針は以下のとおり。

a. 浸水防護重点化範囲の設定

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化する。

b. 浸水防護重点化範囲の境界における浸水評価

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定する。浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を実施することにより、浸水を防止可能であることを確認する。

(2) 評価方法

a. 浸水防護重点化範囲の設定

浸水防護重点化範囲を明確化するために、敷地における津波防護対象設備を内包する建屋及び区画について、その配置及び周辺敷地高さを整理し、浸水防護重点化範囲として設定する。

b. 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を算出し、「a. 浸水防護重点化範囲の設定」にて設定している浸水防護重点化範囲へ浸水する可能性の有無を評価する。浸水範囲及び浸水量については、地震・津波の相乗的な影響や津波以外の溢水要因も含めて確認する。

具体的には、浸水防護重点化範囲のうち原子炉建屋、タービン建屋内の非常用海水冷却系を設置するエリア（以下「非常用海水冷却系エリア」という。）、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対するタービン建屋内の溢水の影響について想定を行い、溢水が発生する可能性がある場合にはその溢水量を評価し、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性を評価する。なお、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）があり、津波防護対策を実施する場合は、それを踏まえて浸水防護重点化範囲への浸水の可能性を評価する。なお、地震を発生要因としない津波については、最高水位が基準津波と同等であると仮定した場合でも、津波による溢水は発生しない。

(a) 浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア、原子炉建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対するタービン建屋内の復水器を設置するエリアにおける溢水の影響

浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア、原子炉建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対するタービン建屋内の復水器を設置するエリア（以下「復水器エリア」という。）における溢水の影響評価においては、地震に起因する復水器エリアに敷設する循環水配管伸縮継手の全円周状の破損及び低耐震クラス機器の破損を想定し、津波が循環水配管に流れ込み、循環水配管の伸縮継手の損傷箇所を介して、タービン建屋内に流入することが考えられる。これを踏まえて、循環水配管からの溢水量を求め、その溢水量を復水器エリアから浸水防護重点化範囲への浸水量評価に用いる。溢水量の算出に当たっては、流入による漏えいを検知することで溢水の対策設備である復水器水室出入口弁が閉止し、溢水量の低減を図っているため、この閉止を前提条件とした溢水量を算出する。

浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア、原子炉建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対する復水器エリアにおける溢水の影響については、浸水防護重点化範囲と復水器エリアとの境界の浸水が想定される箇所に浸水対策を実施することを前提に、復水器エリアに溢水が生じた場合においても、隣接する浸水防護重点化範囲へ影響を及ぼすことはなく、溢水は復水器エリアのみに滞留するものと仮定して評価を実

施する。

循環水配管の損傷箇所が、津波や低耐震クラス機器及び配管の保有水からの溢水により水没した場合、サイフォン効果を考慮すると、取水口前面の水位が循環水配管立ち上がり部下端高さより低い場合でも、損傷箇所を介して継続して海水が流入してくる可能性がある。このため、最終的な復水器エリアの溢水量を算出する際は、サイフォン効果を考慮して評価を実施する。

復水器エリアの浸水水位は、外部からの流入の都度上昇するものとして計算する。また、取水槽及び放水庭の水位が低い場合、流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが、保守的に一度流入したものはタービン建屋外へ流出しないものとして評価する。

イ. 地震発生～循環水ポンプ停止までの間に生じる溢水量

(イ) 地震発生～循環水ポンプ停止までの間に生じる溢水量

循環水配管の伸縮継手の破損については復水器水室出入口弁部及び復水器室連絡弁部伸縮継手の全円周状の破損を想定する。また、復水器エリアの漏えい検知インターロックにより循環水ポンプが自動停止するまでの時間を約0.50分とし、溢水流量を以下の式にて算出する。地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量を表3-8に示す。

$$Q = AC\sqrt{2gh} \times 60$$

$$= \pi D w C \sqrt{2gh} \times 60$$

- Q : 流出流量 (m³/分)
- A : 破損箇所の面積 (m²)
- C : 損失係数 0.82 (-)
- g : 重力加速度 9.8 (m/s²)
- h : 水頭 (m)
- D : 内径 (m)
- w : 継手幅 (m)

表 3-8 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量

	内径 D(m)	継手幅 w(m)	溢水流量 (m ³ /分)
復水器水室出入口弁部	2.6	0.050	約 4778
復水器水室連絡弁部		0.022	

(ロ) 復水器，低耐震クラス機器及び配管の保有水量から算出した溢水量

復水器とタービン建屋内に設置してある溢水源となりうる低耐震クラス機器及び配管を対象とし，当該設備の保有水量の合計を復水器と低耐震クラス機器及び配管の保有水量から算出した溢水量として考慮する。低耐震クラス機器及び配管の保有水量を算出する際の主な設備は以下のとおりである。

- 機器:復水器（淡水），復水ろ過器，復水脱塩塔，低圧給水加熱器，高圧給水加熱器，低圧復水ポンプ，高圧復水ポンプ，タービン駆動原子炉給水ポンプ，電動機駆動原子炉給水ポンプ等
- 配管:給水系配管，復水系配管等

ロ. 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの間に生じる溢水量

循環水ポンプが停止してからインターロックにより復水器水室出入口弁が閉止し，破損箇所が隔離されるまでの時間を計算し，溢水量を求める。

循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの想定時間の詳細を表3-9に示す。

表3-9 破損箇所隔離までの所要時間

内容	所要時間
循環水ポンプ停止～循環水ポンプ揚程ゼロ	
循環水ポンプ揚程ゼロ～復水器水室出入口弁12弁閉開始	
復水器水室出入口弁12弁閉開始～12弁全閉	
計	

循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水流量について，循環水ポンプ停止直後の値を代表とし，表3-10に示す。

表 3-10 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水流量
(循環水ポンプ停止直後)

	溢水流量(m ³ /分)
復水器水室出入口弁部	約 4391
復水器水室連絡弁部	

ハ. 復水器エリアにおける溢水量

復水器エリアにおける溢水量については「イ. 地震発生～循環水ポンプ停止までの間に生じる溢水量」及び「ロ. 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの間に生じる溢水量」の評価結果において算出した溢水量を合計し，これらが復水器エリア空間部に滞留するものとして溢水水位を算出する。

- (b) 浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対するタービン建屋内の循環水ポンプを設置するエリアにおける溢水の影響

浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対するタービン建屋内の循環水ポンプを設置するエリア（以下「循環水ポンプエリア」という。）における溢水の影響評価においては，地震に起因する循環水ポンプエリアに敷設する循環水配管伸縮継手部の全円周状の破損を想定し，循環水ポンプ電動機が水没するまでポンプの運転が継続するものとして，ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量を求め，その溢水量を循環水ポンプエリアから浸水防護重点化範囲への浸水量評価に用いる。

浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対する循環水ポンプエリアにおける溢水の影響については，浸水防護重点化範囲と循環水ポンプエリアとの境界の浸水が想定される箇所に浸水対策を実施することを前提に，循環水ポンプエリア内に溢水が生じた場合においても，隣接する浸水防護重点化範囲へ影響を及ぼすことはなく，溢水は循環水ポンプエリアのみに滞留するものと仮定して評価を実施する。サイフォン効果の考慮及び流入した溢水については(a)と同様の考慮を行う。

イ. 循環水ポンプエリアにおける溢水量

循環水ポンプエリアの浸水水位は，循環水ポンプ電動機が水没するまでポンプの運転が継続するものとして，電動機が浸水する高さとする。

- (c) 浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対するタービン建屋内のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアにおける溢水の影響

浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対するタービン建屋内のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア（以下「タービン補機熱交換器エリア」という。）における溢水の影響評価においては，地震に起因するタービン補機熱交換器エリアに敷設するタービン補機冷却海水配管の完全全周破断及び低耐震クラス機器の破損を想定し，津波がタービン補機冷却海水配管に流れ込み，タービン補機冷却海水配管の損傷箇所を介して，タービン建屋内に流入することが考えられる。これを踏まえて，タービン補機冷却海水配管からの溢水量及び津波襲来後の溢水量を求め，それらの溢水量の合計をタービン補機熱交換器エリアから浸水防護重点化範囲への浸水量評価に用いる。溢水量の算出に当たっては，流入による漏えいを検知することで溢水の対策設備であるタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁が閉止し，溢水量の低減を図っているため，この閉止を前提条件とした溢水量を算出する。

浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋

及び廃棄物処理建屋に対するタービン補機熱交換器エリアにおける溢水の影響については、浸水防護重点化範囲とタービン補機熱交換器エリアとの境界の浸水が想定される箇所に浸水対策を実施することを前提に、タービン補機熱交換器エリア内に溢水が生じた場合においても、隣接する浸水防護重点化範囲へ影響を及ぼすことはなく、溢水はタービン補機熱交換器エリアのみに滞留するものと仮定して評価を実施する。

サイフォン効果の考慮及び流入した溢水については(a)と同様の考慮を行う。

イ. 地震発生～タービン補機冷却海水ポンプ停止までの間に生じる溢水量

(イ) 地震発生～タービン補機冷却海水ポンプ停止までの間に生じる溢水量

タービン補機熱交換器エリアで発生するタービン補機冷却海水配管の破損については、タービン補機冷却系熱交換器(A)～(C)入口配管の完全全周破断を想定する。タービン補機熱交換器エリアの漏えい検知インターロックによりタービン補機冷却海水ポンプが自動停止するまでの時間を約4秒とし、溢水流量を以下の式にて算出する。

地震発生～タービン補機冷却海水ポンプ停止までの溢水流量を表3-11に示す。

$$Q = AC\sqrt{2gh} \times 60 \\ = \pi DwC\sqrt{2gh} \times 60$$

Q：流出流量(m³/分)

A：破損箇所の面積(m²)

C：損失係数 0.82(-)

g：重力加速度 9.8(m/s²)

h：水頭(m)

D：内径(m)

w：破損幅(m)

表 3-11 地震発生～タービン補機冷却海水ポンプ停止までの溢水流量

項目	6号機	備考
Q：流出流量(m ³ /分)	約1086.2	—
A：破損箇所面積(m ²)	0.8482	A=3×π(D/2) ²
D：配管内径(m)	0.6	面積は配管の断面積 (3か所の破損想定)
C：損失係数(-)	0.82	—
g：重力加速度(m/s ²)	9.8	—
h：水頭(m)	33.9113	h=h1-h2
h1：タービン補機冷却海水ポンプ揚程(m)	30.0	水頭はポンプ揚程と
h2：破損箇所 T.M.S.L.(m)	-3.9113	破損箇所の高差

(ロ) 低耐震クラス機器及び配管の保有水量から算出した溢水量

タービン補機熱交換器エリアに設置してある溢水源となりうる低耐震クラス機器及び配管を対象とし、当該設備の保有水量の合計を低耐震クラス機器及び配管の保有水量から算出した溢水量として考慮する。低耐震クラス機器及び配管の保有水量を算出する際の主な設備は以下のとおりである。

系統：雑用水系、消火系、換気空調補機常用冷却水系、非放射性ドレン移送系
原子炉補機冷却水系、タービン補機冷却水系

ロ. タービン補機冷却海水ポンプ停止～破損箇所隔離までの間に生じる溢水量

タービン補機冷却海水ポンプが停止してからインターロックによりタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁が閉止し、破損箇所が隔離されるまでの間の の溢水量を求める。

タービン補機冷却海水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水流量について、タービン補機冷却海水ポンプ停止直後の値を代表とし、表3-12に示す。

表 3-12 タービン補機冷却海水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水流量
(タービン補機冷却海水ポンプ停止直後)

	溢水流量(m ³ /分)
タービン補機冷却海水配管	約 394.6

ハ. タービン補機熱交換器エリアにおける溢水量

タービン補機熱交換器エリアにおける溢水量については「イ. 地震発生～タービン補機冷却海水ポンプ停止までの間に生じる溢水量」及び「ロ. タービン補機冷却

海水ポンプ停止～破損箇所隔離までの間に生じる溢水量」の評価結果において算出した溢水量を合計し、これらがタービン補機熱交換器エリア空間部に滞留するものとして溢水水位を算出する。

(d) 屋外タンク等による屋外における溢水の浸水防護重点化範囲への影響

屋外タンク等による屋外における溢水の浸水防護重点化範囲への影響評価については、津波の影響がないことから、地震起因により発生する溢水としてVI-1-1-9「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に示す。

(e) 建屋外周地下部における地下水位の上昇による浸水防護重点化範囲への影響

建屋外周地下部における地下水位の上昇による浸水防護重点化範囲への影響評価においては、地下水の流入経路の確認並びにサブドレンポンプの排水配管及び電源の耐震性を確認することで地下水の流入による浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

(3) 評価結果

a. 浸水防護重点化範囲の設定

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は、表3-13に示すように、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋、廃棄物処理建屋、燃料設備の一部（軽油タンク及び燃料移送ポンプ）を敷設する区画、格納容器圧力逃がし装置を敷設する区画、常設代替交流電源設備を敷設する区画、5号機原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画）、5号機東側保管場所、5号機東側第二保管場所、大湊側高台保管場所及び荒浜側高台保管場所であり、浸水防護重点化範囲として設定する。また、浸水防護重点化範囲の位置を図3-17、図3-18及び図3-19に示す。

表3-13 浸水防護重点化範囲の設定

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画*	周辺敷地高さ
<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・コントロール建屋 ・廃棄物処理建屋 ・燃料設備（軽油タンク及び燃料移送ポンプ）の一部を敷設する区画 ・格納容器圧力逃がし装置を敷設する区画 ・常設代替交流電源設備を敷設する区画 ・5号機原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画） ・5号機東側保管場所 ・5号機東側第二保管場所 	T. M. S. L. +12m
<ul style="list-style-type: none"> ・大湊側高台保管場所 	T. M. S. L. +35m
<ul style="list-style-type: none"> ・荒浜側高台保管場所 	T. M. S. L. +37m

注記* : T. M. S. L. +12m 以上の浸水防護重点化範囲については、津波が到達しないため、津波による影響を受けない。

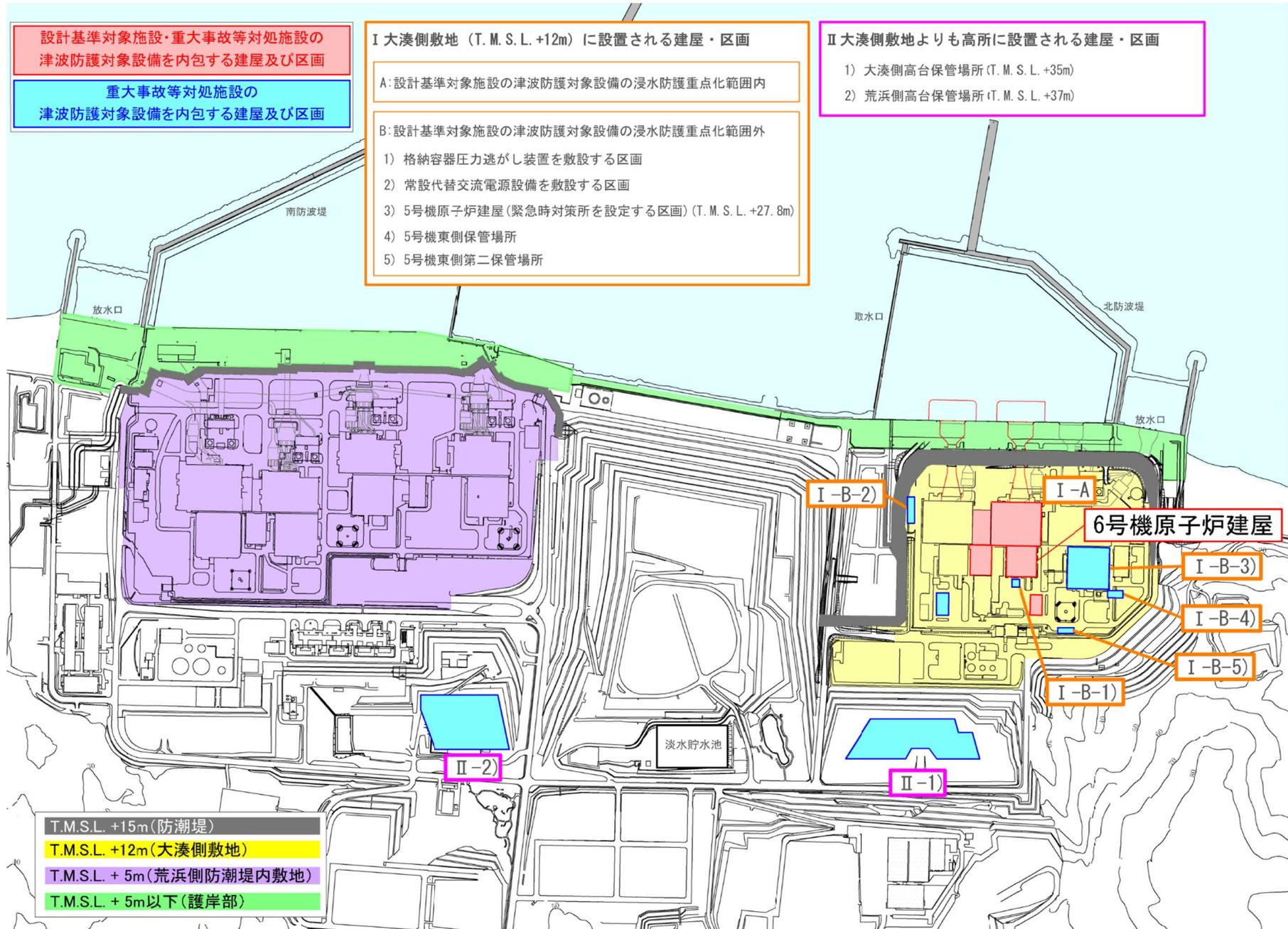


図3-17 浸水防護重点化範囲 (敷地全体)

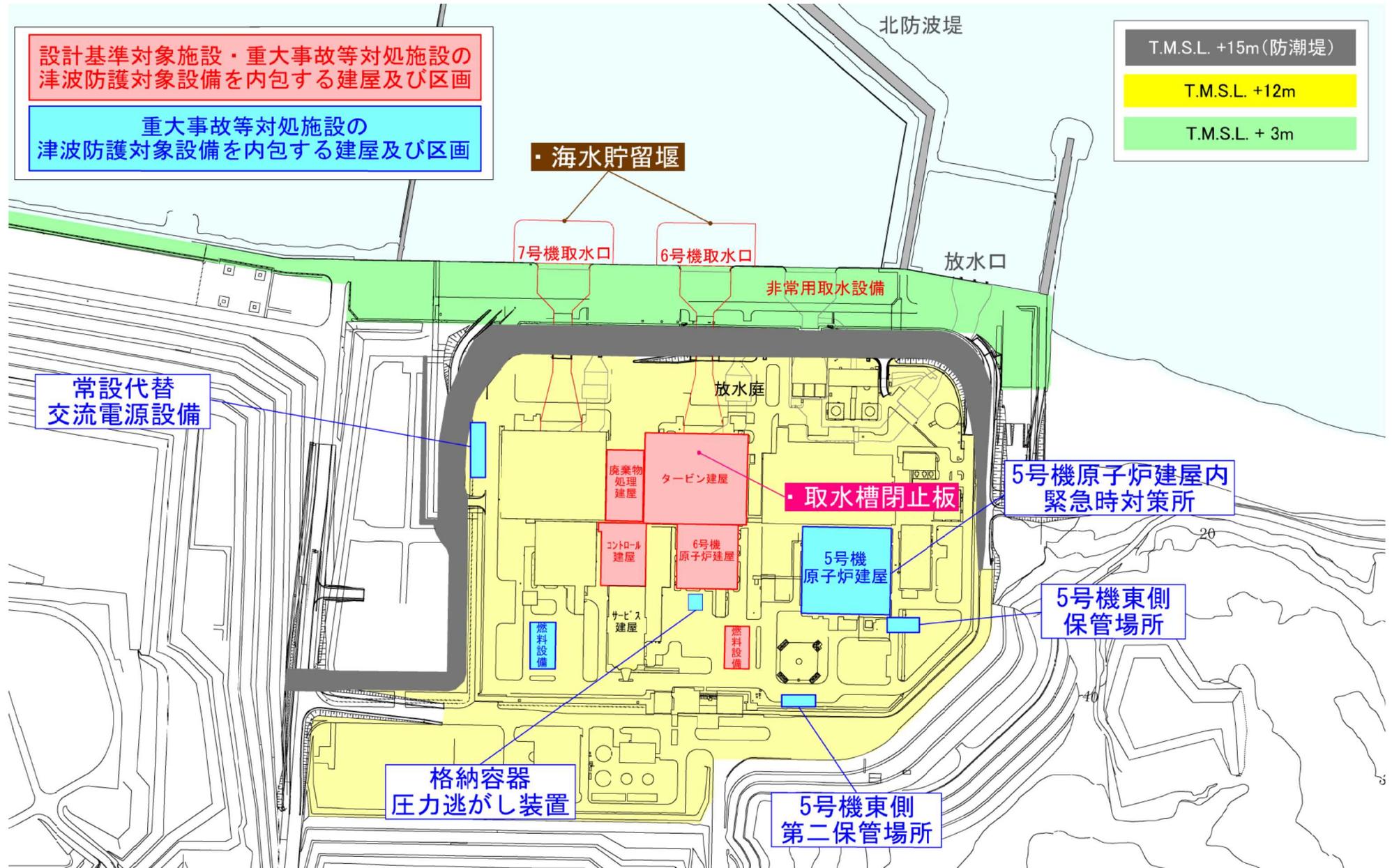


図 3-18 浸水防護重点化範囲（大湊側詳細）

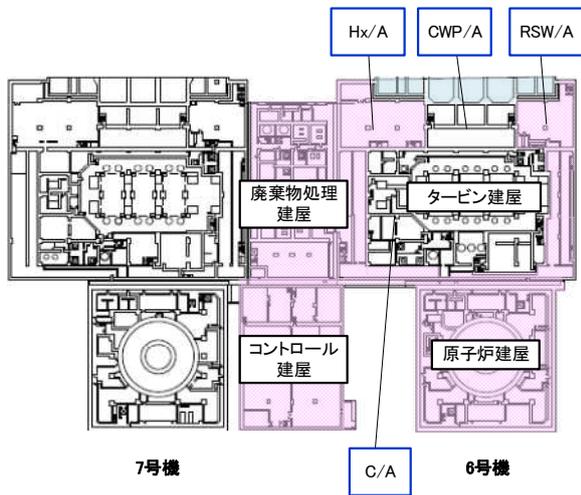
設計基準対象施設・重大事故等対処施設の
津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

取水槽及び補機取水槽

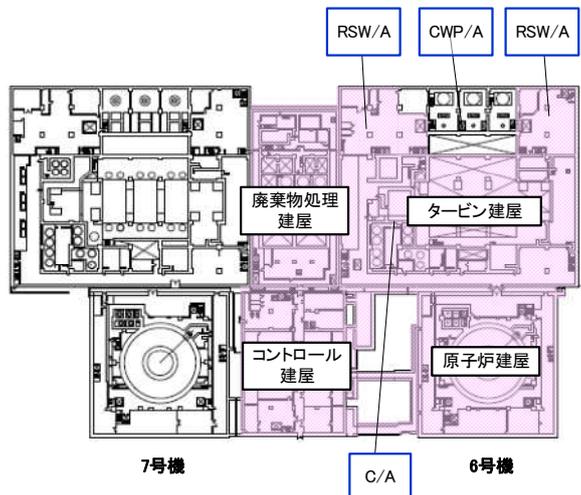
凡例

- タービン建屋内の主要なエリア
- ・CWP/A : 循環水ポンプを設置するエリア
- ・RSW/A : 非常用海水冷却系を設置するエリア
- ・C/A : 復水器を設置するエリア
- ・Hx/A : タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア

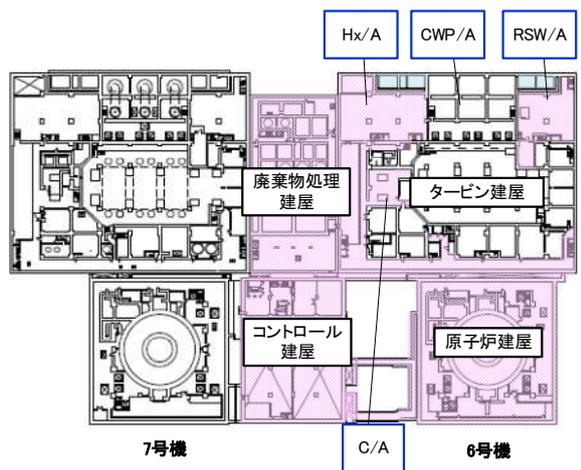
*地上1階以上については、保守的に浸水防護重点化範囲と設定



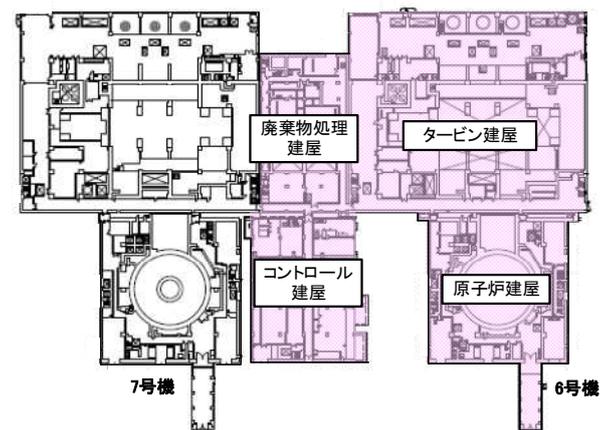
地下3階(タービン建屋地下2階)
*タービン建屋床面高さT.M.S.L.-5.1m



地下1階(タービン建屋地下1階)
*タービン建屋床面高さT.M.S.L.+4.9m



地下2階(タービン建屋地下中間2階)
*タービン建屋床面高さT.M.S.L.-1.1m

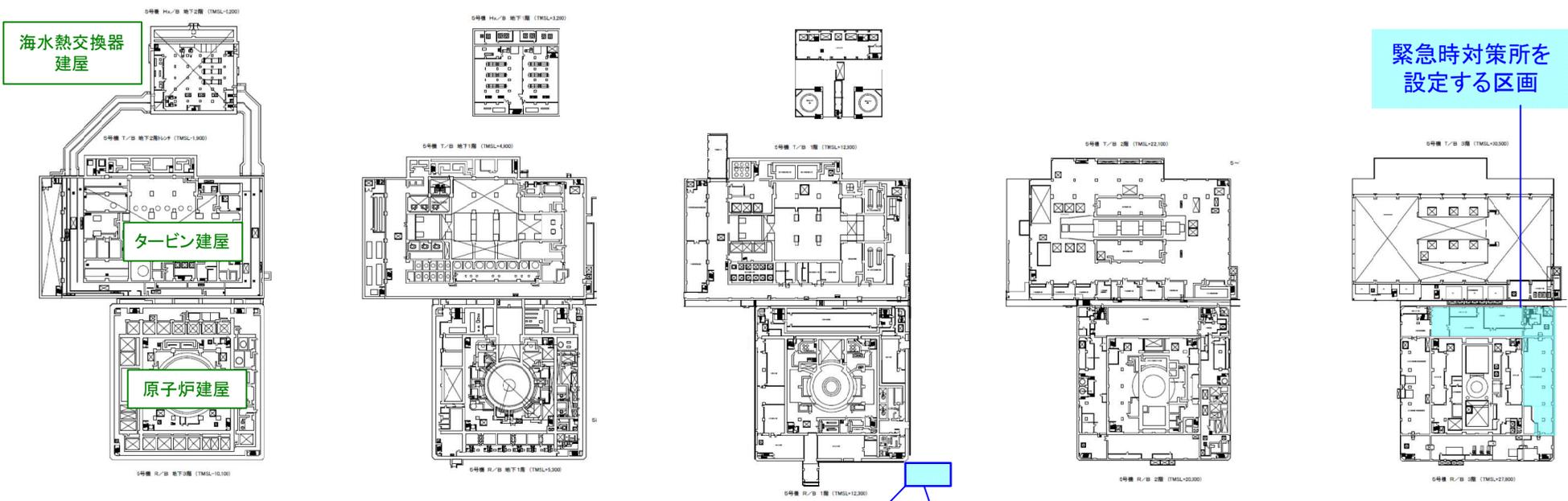


地上1階(タービン建屋地上1階)
*タービン建屋床面高さT.M.S.L.+12.3m

図 3-19 浸水防護重点化範囲詳細図 (平面図) (1/2)

重大事故等対処施設の
津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

緊急時対策所を
設定する区画



5号機東側保管場所

5号機原子炉建屋内
緊急時対策所用
可搬型電源設備

5号機 原子炉建屋
地下3階
(T.M.S.L. - 10.1m)

5号機 原子炉建屋
地下1階
(T.M.S.L. + 5.3m)

5号機 原子炉建屋
地上1階
(T.M.S.L. + 12.3m)

5号機 原子炉建屋
地上2階
(T.M.S.L. + 20.3m)

5号機 原子炉建屋
地上3階
(T.M.S.L. + 27.8m)

図 3-19 浸水防護重点化範囲詳細図 (平面図) (2/2)

b. 浸水防護重点化範囲の境界における浸水評価結果

- (a) 浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対する復水器エリアにおける溢水の影響

イ. 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水量

- (イ) 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水量

地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水量は約2389m³である。

- (ロ) 復水器，低耐震クラス機器及び配管の保有水量から算出した溢水量

復水器とタービン建屋に設置している溢水源となりうる低耐震クラス機器及び配管の保有水量から算出した溢水量を表3-14に示す。

表3-14 復水器及び低耐震クラス機器の溢水量

復水器の保有水量(m ³)	約1668
低耐震クラス機器及び配管の保有水量(m ³)	約8100
計(m ³)	約9768

ロ. 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水量

循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水量を表3-15に示す。

表3-15 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水量

	保有水量(m ³)
循環水ポンプ停止から循環水ポンプ揚程ゼロ	約3033
循環水ポンプ揚程ゼロから復水器水室出入口弁12弁閉開始	約1153
復水器水室出入口弁12弁閉開始から12弁全閉	約1153
計	約5339

ハ. 復水器エリアにおける溢水量

復水器エリアにおける溢水量，浸水水位を表3-16に示す。

表3-16 復水器エリアにおける溢水量及び浸水水位

地震発生から循環水ポンプ停止までの溢水量(m ³)	循環水ポンプ停止から破損箇所隔離までの溢水量(m ³)	合計(m ³)	浸水水位 T. M. S. L. (m)
約12157	約5339	約17500*	約+0.19

注記*：各項目の溢水量の値を表記上切り上げているため，各表の合計値と異なる場合がある。

(b) 浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対する循環水ポンプエリアにおける溢水の影響

イ. 循環水ポンプエリアにおける溢水量及び浸水水位

循環水ポンプ電動機が水没するまでの間に生じる溢水量及び浸水水位を表3-17に示す。

表3-17 循環水ポンプエリアの溢水量及び浸水水位

号機	溢水量(m ³)	浸水水位 T. M. S. L. (m)	循環水ポンプ電動機 上端 T. M. S. L. (m)
【6号機】	約4721	約+12.18	+12.145

(c) 浸水防護重点化範囲のうち非常用海水冷却系エリア，原子炉建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に対するタービン補機熱交換器エリアにおける溢水の影響

イ. タービン補機熱交換器エリアにおける溢水量

(イ) 地震発生～タービン補機冷却海水ポンプ停止までの間に生じる溢水量

地震発生～タービン補機冷却海水ポンプ停止までの溢水量は約72.8m³である。

(ロ) 低耐震クラス機器及び配管の保有水量から算出した溢水量

タービン補機熱交換器エリアに設置している溢水源となりうる低耐震クラス機器及び配管の保有水量から算出した溢水量は約1934m³である。

ロ. タービン補機冷却海水ポンプ停止～破損箇所隔離までの間に生じる溢水量

タービン補機冷却海水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水量は約394.6m³である。

ハ. タービン補機熱交換器エリアにおける溢水量及び浸水水位

タービン補機熱交換器エリアにおける溢水量及び浸水水位を表3-18に示す。

表3-18 タービン補機熱交換器エリアにおける溢水量及び浸水水位

地震発生からタービン補機冷却海水ポンプ停止までの溢水量(m ³)	タービン補機冷却海水ポンプ停止から破損箇所隔離までの溢水量(m ³)	合計(m ³)	浸水水位 T. M. S. L. (m)
約2006.8	約394.6	約2401*	約-0.38

注記*：各項目の溢水量の値を表記上切り上げているため，各表の合計値と異なる場合がある。

(d) 屋外タンク等による屋外における溢水の浸水防護重点化範囲への影響

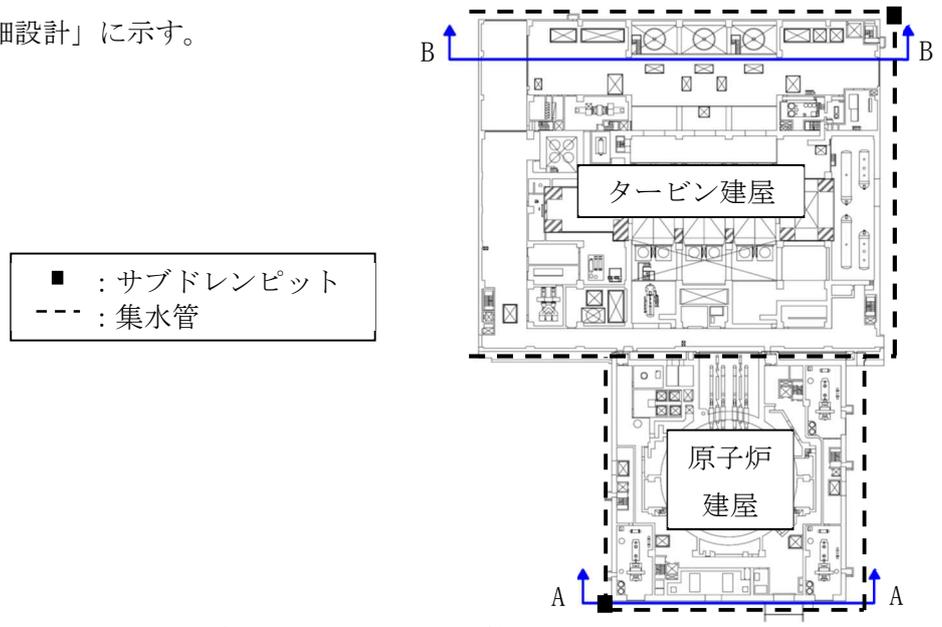
屋外タンク等による屋外における溢水は地表面上1.5m (T. M. S. L. +13.5m) 程度まで

浸水する。

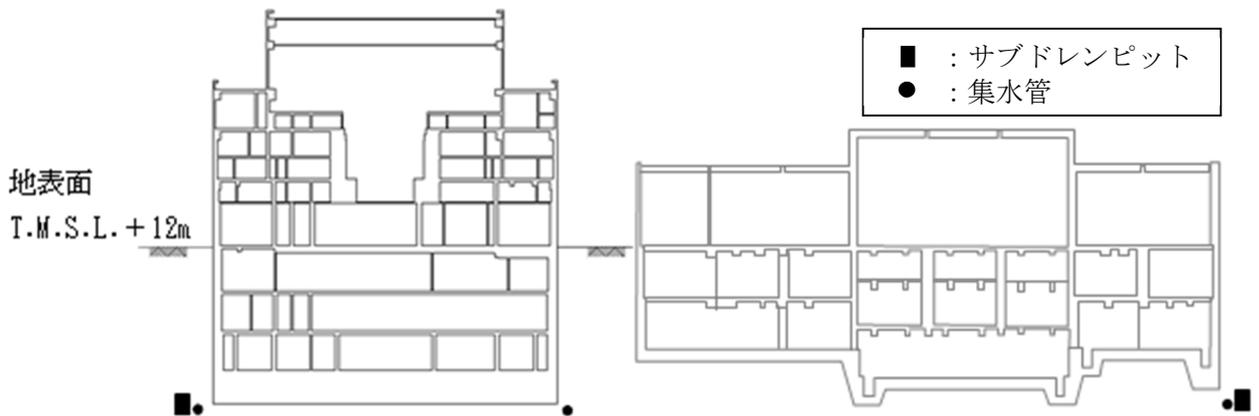
(e) 建屋外周地下部における地下水位の上昇による浸水防護重点化範囲への影響

地下水は、浸水防護重点化範囲周辺地下部からの地下水が想定され、それらの地下水はサブドレンピットに集水される設計となっており、集水された地下水はサブドレンポンプ及び排水配管により排水される。サブドレンポンプ及び集水管の配置を図3-20に示す。地下水の流入については、サブドレンポンプの停止により建屋周囲の水位が周辺の地下水位まで上昇することを想定し、建屋外周部における壁、扉、堰等により建屋内への流入を防止するとともに、地震による建屋外周部からの地下水の流入の可能性を安全側に考慮しても安全機能を損なわない設計とすること、さらに、耐震性を有するサブドレンポンプにより、地下水の水位上昇を抑制する設計とすることから、地下水による浸水防護重点化範囲への影響はない。

サブドレンポンプ及び排水配管における耐震性に関する設計方針については、VI-1-1-9「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のVI-1-1-9-5「溢水防護に関する施設の詳細設計」に示す。



(1) サブドレンピット、集水管の配置



(2) 原子炉建屋 A-A 断面

(3) タービン建屋 B-B 断面

図 3-20 サブドレンポンプ及び集水管の配置概要

(4) 津波防護対策

「(3) 評価結果」にて示すとおり、浸水防護重点化範囲への浸水を防止するため、浸水防止設備として浸水防護重点化範囲との境界に水密扉を設置する。また、浸水防護重点化範囲の境界の床面及び壁面に存在する配管、電線管並びにケーブルトレイの貫通部には貫通部止水処置を実施し、床ドレンラインには床ドレンライン浸水防止治具を設置する。

内郭防護として浸水防止設備を設置する範囲としては、図3-21 (1) に示す範囲とし、復水器エリアとの境界については循環水配管伸縮継手の破損による溢水水位T. M. S. L. 約+0.19mに対しT. M. S. L. +1.0m以下、循環水ポンプエリアとの境界については循環水配管伸縮継手の破損による溢水水位T. M. S. L. 約+12.18mに対しT. M. S. L. +12.3m以下、タービン補機熱交換器エリアとの境界については、溢水水位T. M. S. L. 約-0.38mに対しT. M. S. L. +0.5m以下とする。

上記の内郭防護として浸水防止設備を設置する範囲は、VI-1-1-9「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」における溢水の対策範囲も含む形になっているが、これらの範囲に設置する溢水の対策設備についても、耐津波設計と同等の耐震設計を行う。

溢水量の低減を図っている復水器水室出入口弁及びタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁については、基準津波到達前に漏えいを検知し自動閉止している弁であるため、溢水の対策設備としたうえで、津波到達時においても弁の閉止状態の維持が可能な設計とする。なお、当該弁の仕様確認で行った水圧試験圧力が、津波波力の圧力を上回っており、閉止状態が維持されることを確認した。

なお、図3-21 (1) に示す浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）については、静的な耐震Sクラス設備（配管、電路等）が存在するエリアであるため、浸水による影響を評価し機能喪失しないことを確認している。

タービン建屋の浸水防護重点化範囲との境界に設置する浸水防止設備の設置位置を図3-21 (2) , (3) に示す。また、これらの設備の詳細の設計方針については、VI-1-1-3-2-5「津波防護に関する施設の設計方針」に示す。

設計基準対象施設・重大事故等対処施設の
津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

— :耐津波設計において内郭防護の
浸水対策を実施
する範囲

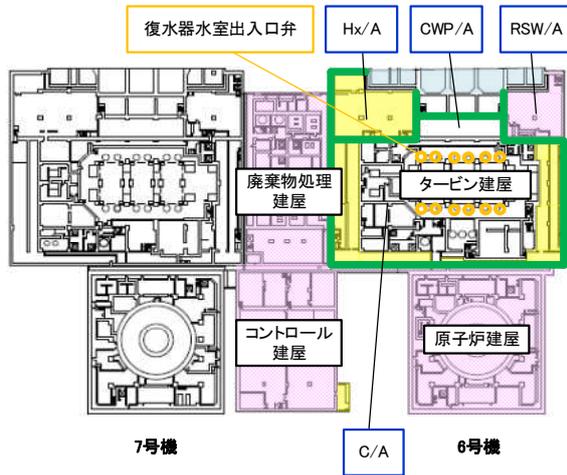
浸水防護重点化範囲(浸水を想定するエリア)

取水槽及び補機取水槽

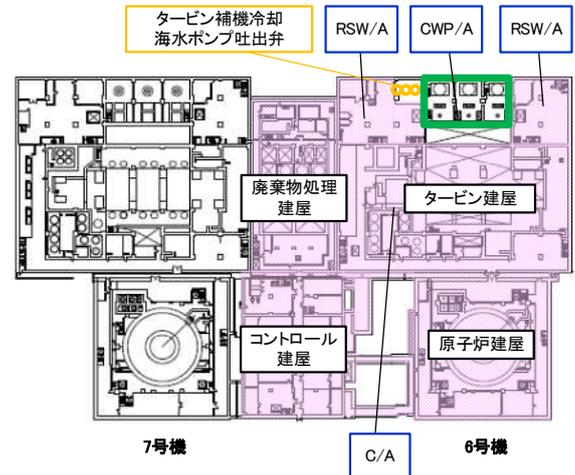
凡例

- タービン建屋内の主要なエリア
- ・CWP/A : 循環水ポンプを設置するエリア
- ・RSW/A : 非常用海水冷却系を設置するエリア
- ・C/A : 復水器を設置するエリア
- ・Hx/A : タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア

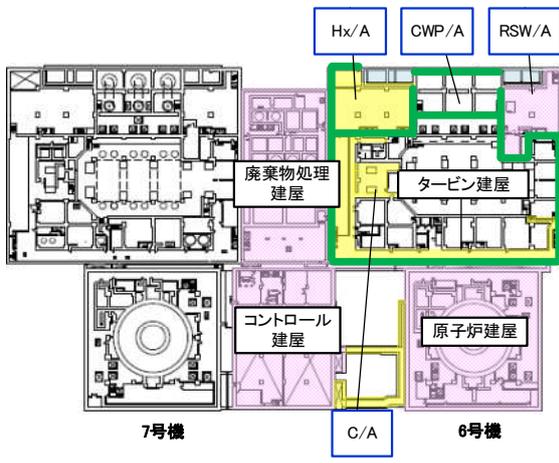
* 地上1階以上については、保守的に浸水防護重点化範囲と設定



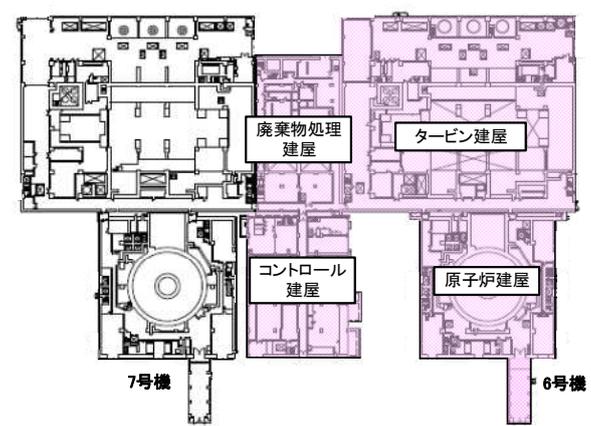
地下3階(タービン建屋地下2階)
* タービン建屋床面高さT.M.S.L.-5.1m



地下1階(タービン建屋地下1階)
* タービン建屋床面高さT.M.S.L.+4.9m



地下2階(タービン建屋地下中間2階)
* タービン建屋床面高さT.M.S.L.-1.1m



地上1階(タービン建屋地上1階)
* タービン建屋床面高さT.M.S.L.+12.3m

K6 ① VI-1-1-3-2-4 R0

図 3-21 (1) 内郭防護の浸水対策を実施する範囲

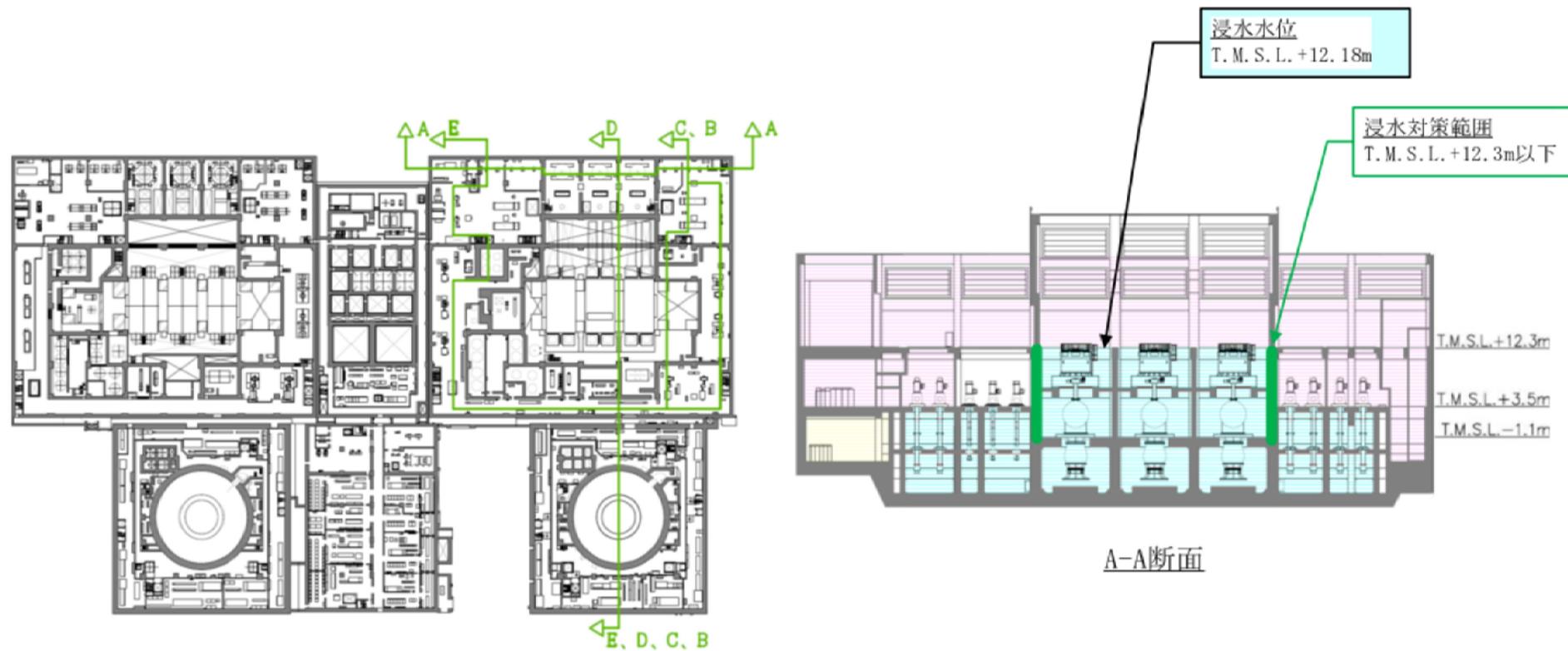


図 3-21(2) タービン建屋内における溢水イメージと浸水防止設備設置概要 (縦断図) (1/2)



図 3-21 (3) タービン建屋内における溢水イメージと浸水防止設備設置概要 (縦断面図) (2/2)

3.5 水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止に係る評価

津波防護対象設備への影響のうち、水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止に係る評価に当たっては、津波による水位低下や水位上昇といった水位変動に伴う取水性の低下並びに砂移動や漂流物等の津波の二次的な影響による津波防護対象設備が有する重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止するための評価を行うため、「(1) 評価方針」にて評価を行う方針を定め、「(2) 評価方法」に定める評価方法を用いて評価を実施し、評価の結果を「(3) 評価結果」に示す。

評価において、水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響を与える可能性がある場合は、「(4) 津波防護対策」に示す対策を講じることにより、水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響によって、津波防護対象設備が有する重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないこととし、この場合の「(3) 評価結果」は、津波防護対策を踏まえて示すこととする。

(1) 評価方針

水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止に係る評価では、海水を使用しプラントの冷却を行うために海域と接続する系統を持ち、津波による水位変動が取水性へ影響を与える可能性があると考えられる原子炉補機冷却海水ポンプ並びに大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプ（以下「原子炉補機冷却海水ポンプ等」という。）を対象に、水位変動に対して原子炉補機冷却海水ポンプ等の取水性が確保できることの確認を行う。

a. 原子炉補機冷却海水ポンプ等の取水性

津波による水位の低下及び津波荷重に対して、原子炉補機冷却海水ポンプ等が機能保持できる設計であることを確認する。また、津波による水位の低下に対して、プラントの冷却に必要な海水が確保できることを確認する。

b. 津波の二次的な影響による原子炉補機冷却海水ポンプ等の機能保持確認

津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口等の通水性が確保できることを確認し、浮遊砂等の混入に対して原子炉補機冷却海水ポンプ等が機能保持できる設計であることを確認する。

(2) 評価方法

a. 原子炉補機冷却海水ポンプ等の取水性

原子炉補機冷却海水ポンプについては、入力津波の評価水位が原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性の有無を評価する。

重大事故等時に使用する大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水

取水用)の付属品である水中ポンプについては、取水口・取水路の入力津波の下降側の水位と送水先の高さとの差が水中ポンプの揚程を上回る可能性の有無を評価する。また、原子炉補機冷却海水ポンプは揚水配管が水中にあるため、津波による津波荷重の影響の有無を評価する。

b. 津波の二次的な影響による原子炉補機冷却海水ポンプ等の機能保持確認

(a) 砂移動による取水口及び取水路の通水性への影響確認

発電所周辺の砂の粒径分布の調査の結果、取水口呑口の下端高さはT.M.S.L. -5.5mであり、取水路の取水可能部は5mを超える高さを有するという構造を踏まえ、砂移動に関する数値シミュレーションを実施し、基準津波の水位変動に伴う砂の移動・堆積に対して、取水口及び取水路が閉塞することなく、通水性が確保可能であるか否かを評価する。

(b) 砂混入時の原子炉補機冷却海水ポンプ等の取水機能維持の確認

発電所周辺の砂の粒径分布の調査結果及び砂移動に関する数値シミュレーション結果から求められる基準津波の水位変動に伴う浮遊砂の濃度を基に浮遊砂の平均粒径及び平均濃度を算出し、浮遊砂の混入に対して原子炉補機冷却海水ポンプ、並びに重大事故等時に使用するポンプである大容量送水車(熱交換器ユニット用)及び大容量送水車(海水取水用)の付属品である水中ポンプの取水性が保持可能か否かを評価する。

(c) 漂流物による取水性への影響評価

イ. 取水口の閉塞の評価

発電所構内及び構外で漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出し、抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備が漂流した場合に、取水口の閉塞が生じる可能性の有無を図3-22(1)及び(2)の漂流物評価フローに基づき評価する。

ロ. 除塵装置の漂流の可能性の評価

海水中の塵芥物を除去するために設置されている除塵装置(固定式バースクリーン、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーン)が、基準津波の流速に対して漂流物となる可能性の有無について評価する。評価においては、低耐震クラス設備であることから、津波の要因となる地震による破損の可能性、津波に伴う漂流物の衝突による破損の可能性について評価する。

ハ. 衝突荷重として用いる漂流物の選定

イ., ロ.の結果を踏まえ、発電所に対する漂流物となる可能性が否定できない施設・設備のうち津波防護に関する施設の設計に衝突荷重として用いる漂流物の選定を行う。選定及び衝突荷重の算定に当たっては、図3-22(1)及び(2)のフローに基づき評価する。

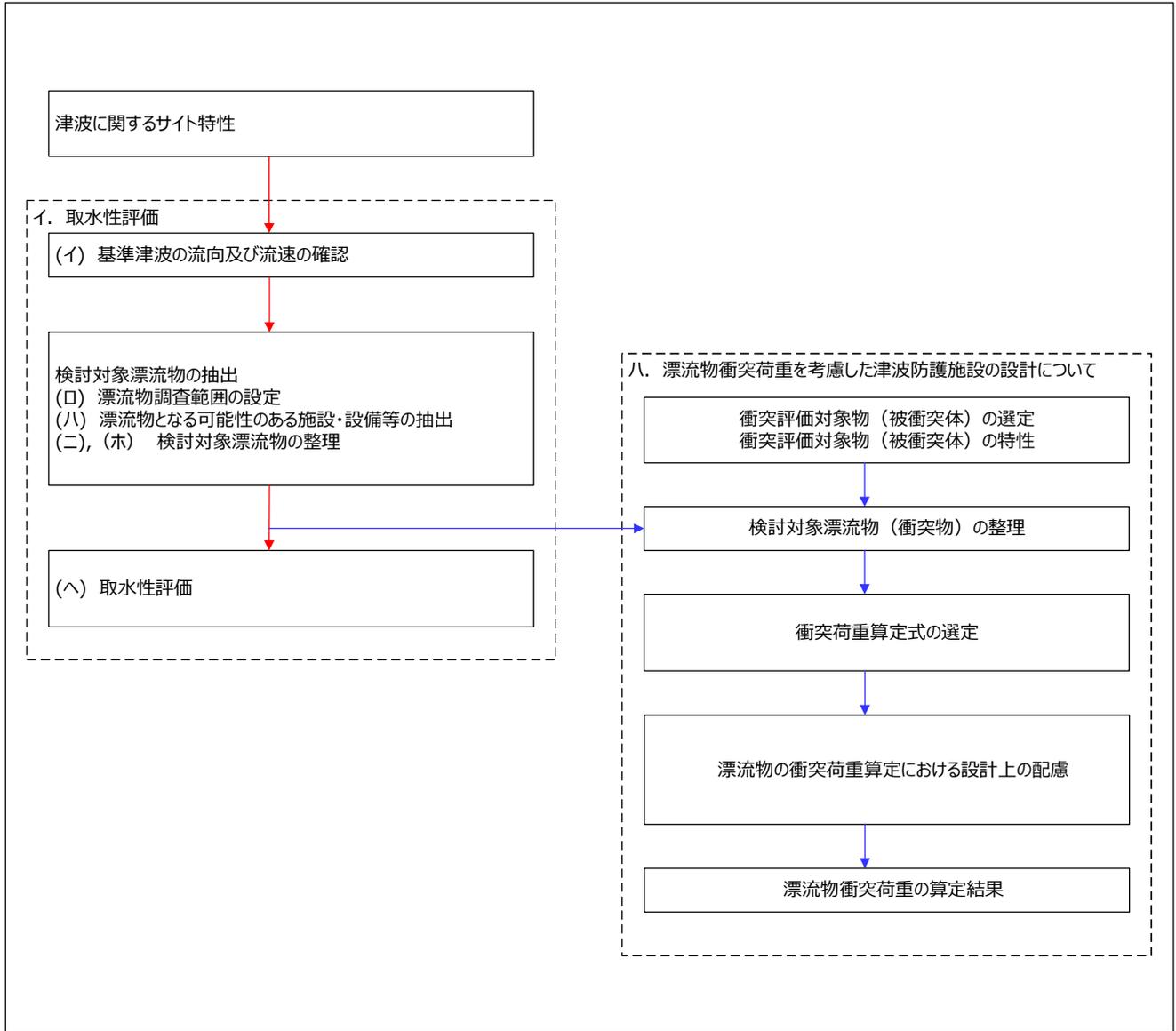


図3-22 (1) 漂流物評価フロー

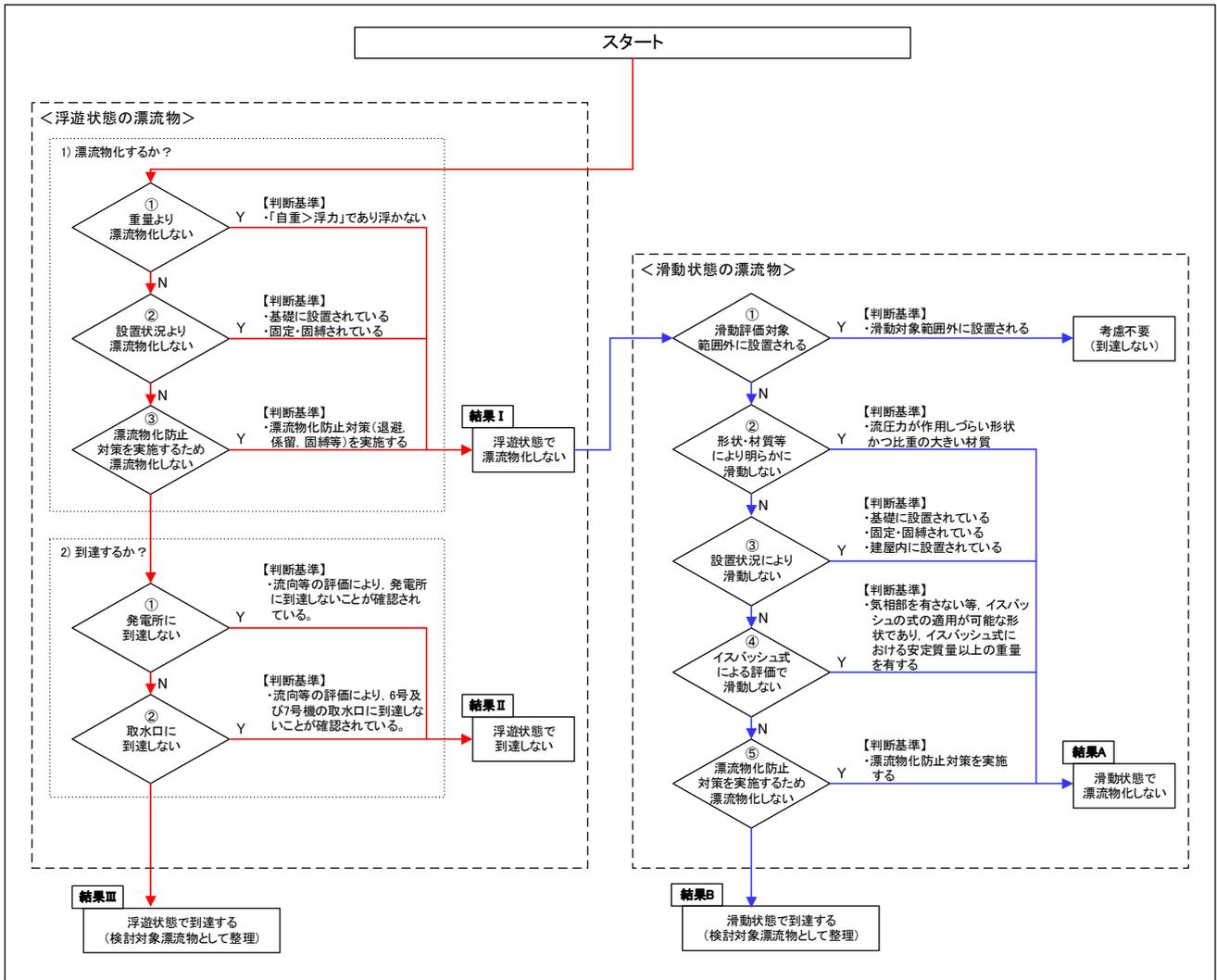


図3-22 (2) 漂流物評価フロー ((二) , (ホ) 検討対象漂流物の整理フロー)

(3) 評価結果

a. 非常用海水冷却系等の取水性

(a) 原子炉補機冷却海水ポンプ等の取水性

イ. 水位低下に対する評価

引き波による水位低下時においても、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が十分可能なよう、取水口前面に海水を貯水する天端高さT.M.S.L. -3.5mの海水貯留堰を設置する。海水貯留堰により、津波による水位低下に対して原子炉補機冷却海水ポンプの設計取水可能水位T.M.S.L. -5.24m以上の水位を確保するため、原子炉補機冷却海水ポンプは機能を保持できる。

海水貯留堰設置後における基準津波による水位の低下に伴う原子炉補機冷却海水ポンプ位置での津波高さを図3-23に示す。海水貯留堰は、天端高さを下回る時間として想定される時間のうち、最大の約16分間にわたり原子炉補機冷却海水ポンプが全台（6台）運転を継続した場合においても、必要な水量である約2880m³を十分に確保できる設計となっている。

なお、取水路は循環水系と非常用海水冷却系で併用されているため、発電所を含む地域に大津波警報が発令された際には、補機取水槽の水位を中央制御室にて監視し、引き波による水位低下を確認した場合、原子炉補機冷却海水ポンプの取水量を確保するため、常用系海水ポンプ（循環水ポンプ及びびタービン補機冷却海水ポンプ）を停止する手順を整備し、保安規定に定めて管理する。

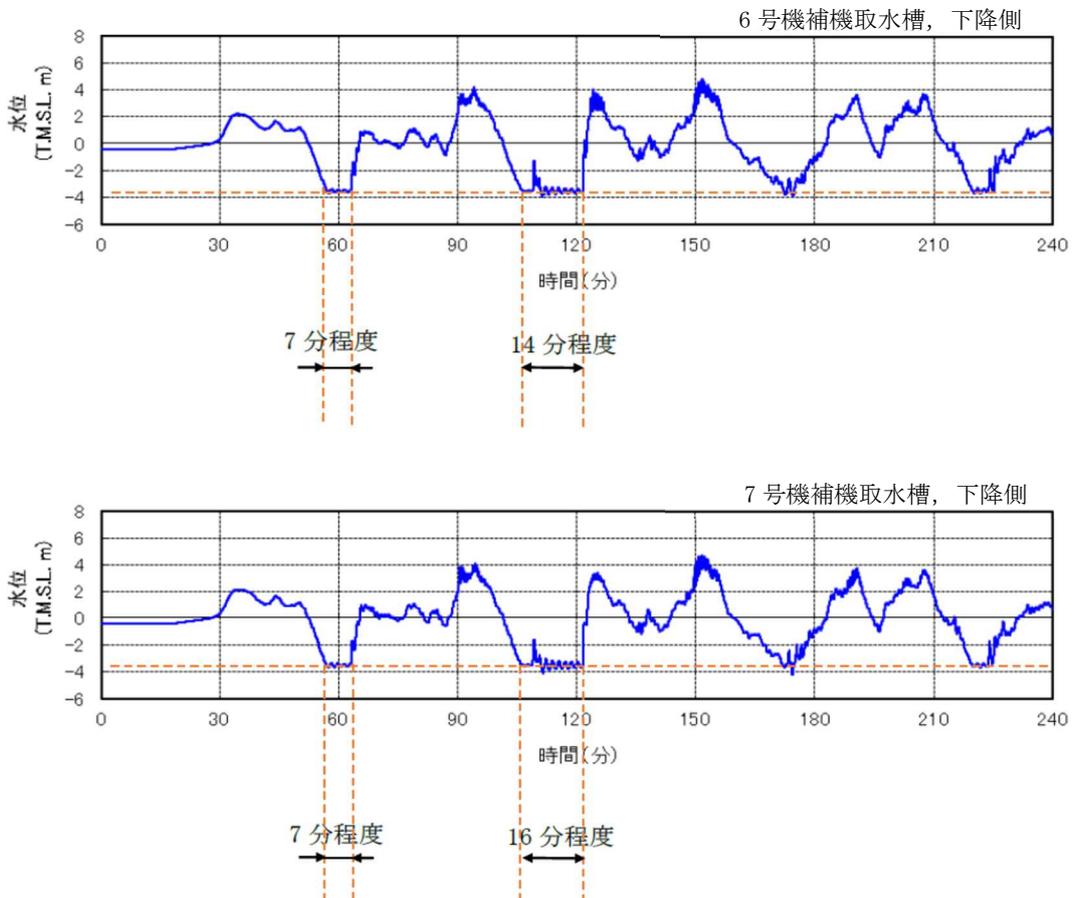


図3-23 補機取水槽時刻歴波形（下降側，貯留堰有り）

ロ. 津波荷重に対する評価

原子炉補機冷却海水ポンプはコラムパイプ（揚水管）が水中にあるため、津波荷重の影響の有無を評価する。

原子炉補機冷却海水ポンプが設置されている補機取水槽位置における基準津波は鉛直上向きとなって作用し、その流速は1.2m/sとなるため、保守的に1.5m/sの津波流速によって原子炉補機冷却海水ポンプ各部位に発生する応力を算出する。算定結果を表3-19に示す。鉛直上向きの津波荷重により発生する応力は許容応力よりも十分に小さく、コラムパイプ（揚水管）については鉛直方向の津波荷重を受けにくい形状をしているため、津波荷重による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響はない。

表 3-19 原子炉補機冷却海水ポンプの強度評価結果

評価部位	材料	項目	発生応力(MPa)	許容応力(MPa)
ポンプ基礎 ボルト		引張	3	
ポンプ取付 ボルト		引張	3	

(b) 重大事故等時に海水取水に使用するポンプの取水性

海水貯留堰設置後の取水路内の下降側の入力津波高さはT. M. S. L. -3.5mである。また、大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプの送水先はT. M. S. L. 約+13.7mである。このため、それぞれの差は17.2mであり、水中ポンプの運転必要最低水位約0.5mを考慮するとその差は17.7mである。これに対して水中ポンプの定格揚程は20.0mであることから、取水路の水位変動に対して十分に追従性があり、取水性の確保が可能である。

b. 津波の二次的な影響による原子炉補機冷却海水ポンプ等の機能保持確認

(a) 砂移動による取水口の堆積状況の確認

砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果、取水路に比べ海域側に位置する取水口位置での砂の堆積が最大で約0.9mとなっており、取水口呑口の下端高さが T. M. S. L. -5.5mであり、取水路の取水可能部は5mを超える高さを有するという構造から、砂の堆積に伴って、取水口及び取水路が閉塞することはない。また、原子炉補機冷却海水ポンプ位置に至る取水路内には底面から巻き上げられる砂がなく、取水口位置からの距離があるため、砂の堆積はほとんどない。

(b) 砂混入時の原子炉補機冷却海水ポンプ等の取水機能保持の確認

イ. 原子炉補機冷却海水ポンプの砂耐性

原子炉補機冷却海水ポンプ軸受は、取水された海水の一部が潤滑水として軸受摺動面に流入するが、摺動面隙間（約1.2mm（許容最大））に対し、これより粒径の小さい砂分が混入した場合は海水とともに摺動面を通過するか、又は主軸の回転によって異物逃がし溝（約4.5mm）に導かれ、連続排出される構造となっている。

発電所港湾内の土砂は平均粒径が約0.27mmで、摺動面隙間より粒径が大きい2.0mm以上の礫分は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられ、砂混入に対して原子炉補機冷却海水ポンプの取水機能は保持できる。原子炉補機冷却海水ポンプ軸受の構造を図3-24に示す。

ロ. 重大事故等時に使用するポンプの砂耐性

大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプは、基準津波の水位変動に伴う浮遊砂の平均濃度 1.0×10^{-5} wt%以下に対して、平均粒径は約0.27mmであり、大容量送水車及び水中ポンプが取水する浮遊砂量はごく微量である。一方で同設備は、一般的に災害時に海水を取水するために用いられる設備であり、取水への砂混入に対しても耐性を有することから、取水への砂流入により機能を喪失することはない。

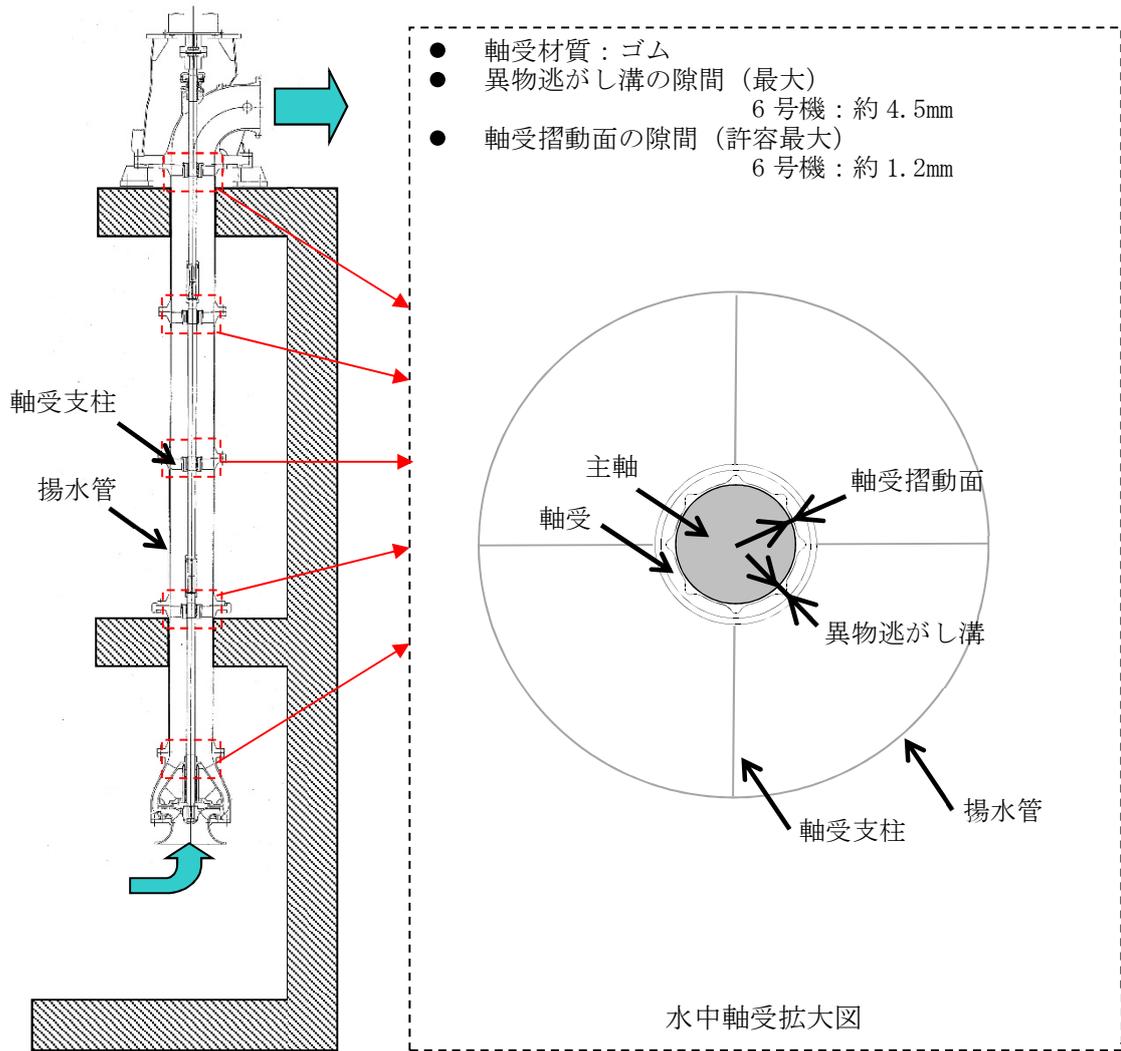


図3-24 原子炉補機冷却海水ポンプ軸受構造図

(c) 漂流物による取水性への影響確認

イ. 取水口・取水路の閉塞の評価

図3-22 (1) 及び (2) のフロー図に従い実施した各項目の評価結果を以下に示し、漂流物となる可能性のある施設・設備による取水口・取水路への影響の評価を行った結果を表3-20及び表3-21に示す。

(イ) 基準津波の流速及び流向方向の確認

基準津波である「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波1は、発電所の西方より、「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」である基準津波2は発電所の北西より、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の基準津波3は発電所の西方より襲来する。津波流速は最大3m/s程度である。

(ロ) 漂流物調査範囲の設定

津波流速及び津波の襲来時間を考慮し、漂流物調査範囲は安全側に発電所周辺約5km圏内で海岸線に沿った標高10m以下の範囲とした。

(ハ) 漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

発電所周辺5kmの範囲において発電所構内と構外、また海域と陸域とに分類して調査を実施し、漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出を行った。

(ニ) 発電所構内と構外で抽出された施設・設備のスクリーニング

発電所構内と構外の調査により抽出された施設・設備のうち、図3-22(2)のフローにより浮遊状態で漂流物化しないものについては、「結果Ⅰ」（浮遊状態で漂流物化しない）とした。

また、「結果Ⅰ」（浮遊状態で漂流物化しない）については、滑動状態で漂流物化しないかの評価を再度図3-22(2)のフローにより行い、到達しないものについては、「結果A」（滑動状態で到達しない）とした。

(ホ) 漂流物検討対象選定

浮遊状態で漂流物となる可能性のある施設・設備として抽出したもののうち、図3-22(2)のフローにより発電所に到達しないことが確認されたものは、「結果Ⅱ」（浮遊状態で到達しない）とした。

また、浮遊状態で漂流物となる可能性のある施設・設備として抽出したもののうち、図3-22(2)のフローにより取水口に到達しないことが確認されたものも、「結果Ⅱ」（浮遊状態で到達しない）とした。

(へ) 取水性への影響評価

漂流物となる可能性が否定できない施設・設備については、浮遊状態及び滑動状態で漂流するものとして「結果Ⅲ」（浮遊状態で到達する）及び「結果B」

（滑動状態で到達する）とし、これらに該当するものについては、取水性への影響評価を実施し、検討の結果、取水性へ影響を与える施設・設備はないことを確認した。

表3-20 発電所構内外の漂流物に対する影響評価結果一覧表 (1/3)

調査分類	調査範囲		評価番号	場所	分類・種類	内容、名称、構造等	数量	重量 (総トン数)	浮遊状態での到達		滑動状態での到達			
	構内/ 構外	海域/ 陸域							結果	理由	結果	理由		
A	構内	海域	①	・発電所港湾内	船舶	燃料等輸送船	1	約5,000t (総トン数)	I:1)③	津波時に退避する	-	-		
						浚渫船	1	約500t (総トン数)	I:1)③	係留により耐える	-	-		
			②	・発電所港湾内		土運船	2	約500t (総トン数)	I:1)③	係留により耐える	-	-		
						曳船	2	約100t (総トン数)	I:1)③	津波時に退避するか、係船する	-	-		
						揚錨船	2	約10t (総トン数)	I:1)③	津波時に退避するか、係船する	-	-		
						海洋環境調査作業船	~4程度	~10t (総トン数)	I:1)③	津波時に退避する	-	-		
						温排水水温調査作業船(ゴムボート)	~2程度	1t未満 (総トン数)	III	浮遊状態で到達する可能性がある	-	-		
			③	・発電所港湾内 ・港湾外		温排水水温調査作業船(ゴムボート以外)	~10程度	~90t (総トン数)	I:1)③	津波時に退避する。	-	-		
						港湾設備保守作業船(ゴムボート)	~2程度	1t未満 (総トン数)	III	浮遊状態で到達する可能性がある	-	-		
						港湾設備保守作業船(ゴムボート以外)	~4程度	~10t (総トン数)	I:1)③	津波時に退避する	-	-		
						④	・発電所港湾内	本体(上部コンクリート)、巴型ブロック等	-	約10t~	I:1)①	比重より浮遊しない	A:④	イスバッシュの評価式より滑動しない
								捨石	-	約100kg~	I:1)①	比重より浮遊しない	B	滑動状態で到達する可能性がある
			B	陸域		①	・大湊側海岸線	建屋	鉄筋コンクリート建屋	4	-	I:1)①	比重より浮遊しない	B
鉄骨造建屋	1	-			撤去する									
④	・大湊側海岸線	機器類 (タンク以外)			スクリーン装置用門型クレーン(5号機用)	1	-	I:1)①	比重より浮遊しない	A:②	流圧力が作用しづらい形状であるとともに、主要な材質が比重の大きい鉄である、又は建屋内に設置されている。			
					スクリーン装置用門型クレーン(6号及び7号機用)	1	-							
					電気・制御盤	-	-							
					避雷鉄塔	1	-							
除塵装置(5~7号機用)	一式/炉	-			-	注:「補足3.3 除塵装置の取水性への影響について」で説明								
⑤	・大湊側海岸線	車両			軽自動車	-	約1t	III	浮遊状態で到達する可能性がある	-	-			
					大型建設用車両(クレーン)	-	~50t	I:1)①	比重より浮遊しない	A:④	イスバッシュの評価式より滑動しない			
					上記以外の車両	-	~14t	I:1)① I:1)③	比重より浮遊しない、または漂流物化防止対策を実施する	B	滑動状態で到達する可能性がある			

表3-20 発電所構内外の漂流物に対する影響評価結果一覧表 (2/3)

調査分類	調査範囲		評価番号	場所	分類・種類	内容, 名称, 構造等	数量	重量 (総トン数)	浮遊状態での到達		滑動状態での到達	
	構内/ 構外	海域/ 陸域							結果	理由	結果	理由
B	発電所 構内	陸域	⑥	・大湊側海岸線	資機材	スクリーン本体・予備機, 角落とし・安全スクリーン, ダミーフレーム等	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:④	イスパッシュの評価式より滑動しない
						ハウジングカバー, 角ホルダー, 仮設電源・動力・分電盤, 工具収納棚, 単管パイプ, 足場板, スクリーン点検用架台, 渡り歩廊, 水中ポンプ, 発電機等	—	200kg 以下	I:1)①	比重より浮遊しない	B	滑動状態で到達する可能性がある
						ユニットハウス, 角材, 排水用ホース, カラーコーン	—	1t 未満	III	浮遊状態で到達する可能性がある	—	—
			⑦	その他 一般構築物, 植生	マンホール, グレーチング, チェッカープレート, 外灯, フェンス, コンクリート蓋等	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:②	流圧力が作用しづらい形状であるとともに, 主要な材質が比重の大きい鉄である	
					監視カメラ, 拡声器, 標識, 海水放射能モニタ等	—	100kg 以下	I:1)①	比重より浮遊しない	B	滑動状態で到達する可能性がある	
			①	建屋	鉄筋コンクリート建屋	8	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
					補強コンクリートブロック建屋	1	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
		鉄骨造建屋			4	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
		②	機器類 (タンク)	キャスク	1	110t	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
				LLW 輸送容器	2	1.19t	I:1)③	漂流物化防止対策を実施する	A:①	滑動評価対象範囲外		
		④	機器類 (タンク以外)	スクリーン装置用門型クレーン (1号及び2号機用)	1	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
				スクリーン装置用門型クレーン (3号及び4号機用)	1	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
				物揚場 (岸壁) 150t デリッククレーン	1	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
				電気・制御盤	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
				避雷鉄塔	1	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
				海水放射能モニタ (1号~4号機用)	1/炉	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
				除塵装置 (1号~4号機用)	一式/炉	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
		⑤	車両	使用済燃料輸送車両	1	35t	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
				LLW 輸送車両	1	11t	I:1)③	漂流物化防止対策を実施する	A:①	滑動評価対象範囲外		
				上記以外	—	—	II	流向・流速より到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
		⑥	資機材	スクリーン本体・予備機, スクリーン点検用架台, 角落とし・角ホルダー, クレーン点検用荷重等, 仮設電源・動力・分電盤等	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
ユニットハウス, 角材, 排水用ホース, カラーコーン	—			1t 未満	III	浮遊状態で到達する可能性がある	—	—				
⑦	その他 一般構築物, 植生	マンホール, グレーチング, チェッカープレート, 外灯, フェンス, コンクリート蓋, 監視カメラ, 拡声器等	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外				
		保安林	—	約 140kg	III	浮遊状態で到達する可能性がある	—	—				

表3-20 発電所構内外の漂流物に対する影響評価結果一覧表 (3/3)

調査分類	調査範囲		評価番号	場所	分類・種類	内容、名称、構造等	数量	重量 (総トン数)	浮遊状態での到達		滑動状態での到達		
	構内/ 構外	海域/ 陸域							結果	理由	結果	理由	
B	発電所 構内	陸域	①	・荒浜側防潮堤 内敷地	建屋	鉄筋コンクリート建屋	19	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						①②	鉄骨造建屋+鉄筋コンクリート建屋	1	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外
						②	鉄骨造建屋	16	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外
			③		機器類 (タンク)	SPH サージタンク	1	—	II	流向・流速より到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						NSD 収集処理装置 (1号~4号機用)	4	—	II	流向・流速より到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						軽油タンク	8	—	II	流向・流速より到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						窒素ガス供給装置	1	—	II	流向・流速より到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						泡消火設備	4	—	II	流向・流速より到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						液化酸素タンク	1	—	II	流向・流速より到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
			④		機器類 (タンク以外)	所内ボイラー排気筒	1	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						変圧器	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						チラー設備	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						電気・制御盤	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
			⑤		車両	一般車両, 工事用車両	—	—	荒浜側海岸線の評価に包絡				
⑥	資機材	角落とし・角ホルダー, 仮設電源・動力・分電盤, バックホー等	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外					
		ユニットハウス, 角材, ホース, カラーコーン等	—	—	荒浜側海岸線の評価に包絡								
⑦	その他 一般構築物	マンホール, グレーチング, チェッカープレート, 外灯, フェンス, コンクリート蓋等	—	—	I:1)①	比重より浮遊しない	A:①	滑動評価対象範囲外					
C	発電所 構外	海域	①	・荒浜漁港 ・発電所周辺	船舶	停泊中, または, 航行中の以下の船舶 ・漁船 ・プレジャーボート (小型動力船, 手漕ぎボート)	約 30	5t 未満 (総トン数)	II	取水口に到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外	
						III			浮遊状態で到達する可能性がある	A:①	滑動評価対象範囲外		
						・発電所周辺	発電所構外海岸線に退避した作業船	~2 程度	5t 未満 (総トン数)	II	取水口に到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外
			②			・発電所周辺	巡視船	1	約 3,000t (総トン数)	I:1)③	津波時に退避する	A:①	滑動評価対象範囲外
D	発電所 構外	陸域	—	・荒浜地区 (荒浜漁港) ・松波地区 ・大湊地区 ・富川地区 ・推谷地区	・家屋等建築物 ・フェンス, 電柱 等構築物	—	—	I:1)① II	重量物であり基本的に浮遊しない。また浮遊したとしても取水口に到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
					・乗用車等車両	—	—	I:1)① II	重量物であり基本的に浮遊しない。また浮遊したとしても取水口に到達しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
					・事務所等建築物 ・タンク, 貯槽等	—	—	I	基準津波の遡上範囲外であるため漂流物化しない	A:①	滑動評価対象範囲外		
					・海洋生物環境研究所 ・乗用車等車両	—	—	I	基準津波の遡上範囲外であるため漂流物化しない	A:①	滑動評価対象範囲外		

ロ. 除塵装置の漂流の可能性の評価

(イ) 津波による破損に対する評価

除塵装置（固定式バースクリーン、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーン）については、基準津波の流速に対し、当該施設に発生する水位差が、現設計範囲内にあることから、漂流物とならず取水性に影響を及ぼすものでない。以下に評価における各条件を示し、評価対象部位を図3-25に示す。

評価結果を表3-21に示す。

(i) 津波流速

海水貯留堰内（取水口前面）0.5m/s

(ii) 対象設備

バー回転式スクリーン、トラベリングスクリーン

(iii) 確認方法

設計時に各部材応力を算出し許容値との比較を行っていることから、各スクリーン前後のそれぞれの設計水位差に対し、基準津波の流速0.5m/sで生じる水位差が設計水位差以下であることを確認する。

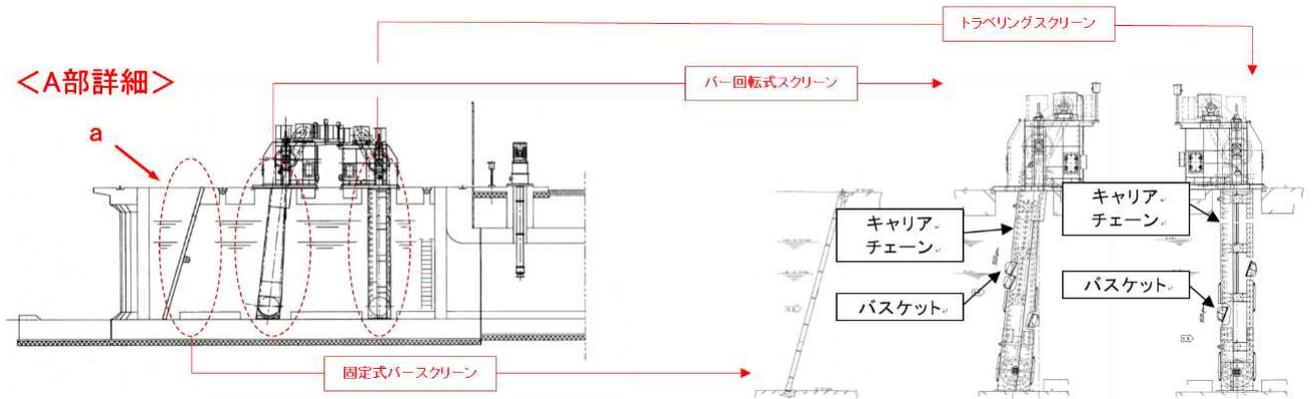


図 3-25 除塵装置の評価対象部位

表3-21 除塵装置の取水性影響の評価結果

設備	部材	水位差評価 発生水位差/設計水位差	判定	(参考) 設計水位差 の際の評価
				発生値/許容値
バー回転式 スクリーン	バスケット	0.10m/2.0m	○	147N/mm ² /240N/mm ² (発生応力/許容応力)
	キャリア チェーン	0.10m/1.5m	○	98.4kN/588kN (張力/破壊強度)
トラベリング スクリーン	バスケット	0.10m/2.0m	○	157N/mm ² /240N/mm ² (発生応力/許容応力)
	キャリア チェーン	0.10m/1.5m	○	94.7kN/588kN (張力/破壊強度)

(ロ) 地震、漂流物による破損に対する評価

除塵装置（固定式バースクリーン、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーン）は低耐震クラスであることから、地震あるいは漂流物の衝突により除塵装置が破損し、変形あるいは分離・脱落し取水路内で堆積する可能性がある。しかし、主たる構成要素であるバスケットが隙間の多い構造であることと、取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、除塵装置の変形や分離による堆積により非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。また、分離・脱落した構成部材が原子炉補機冷却海水ポンプ等に影響を与える可能性については、除塵装置と補機取水槽との間に約150mの距離があることから、構成部材は補機取水槽に到達する前に沈降し、原子炉補機冷却海水ポンプ等に影響を与えることはないものと考えられる。

ハ. 衝突荷重として用いる漂流物の選定

衝突荷重の算定に当たっては、基準津波の特徴及び発電所のサイト特性に加え、衝突評価対象物（被衝突体）の設置場所並びに検討対象漂流物（衝突物）の種類及び衝突形態を考慮し、各種論文等にて提案される漂流物の衝突荷重算定式の中から適切なものを選定し算定することとし、イ., ロ.の結果を踏まえ、衝突荷重を算定する漂流物として、最も質量が大きい15 tの航行不能船舶及び0.14tの保安林及び1tの軽自動車を選定し、衝突荷重算定の際に考慮する。

(4) 津波防護対策

「(3) 評価結果」にて示すとおり、水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止に係る評価を行った結果、引き波時の補機取水槽の水位の低下に対して、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性があるため、水位変動に伴う原子炉補機冷却海水ポンプの取水性を保持するため、海水貯留堰を設置する。

津波の二次的な影響である浮遊砂の混入に対して原子炉補機冷却海水ポンプの機能が保持できるよう、原子炉補機冷却海水ポンプの軸受に異物逃がし溝（約4.5mm）を設ける設計とする。また、重大事故等時に使用する大容量送水車（熱交換器ユニット用）及び大容量送水車（海水取水用）の付属品である水中ポンプについては、入力津波の水位変動に伴う浮遊砂の平均濃度 1.0×10^{-5} wt%に対して、ポンプが取水への砂混入に対しても耐性を有し、機能を喪失しない設計とする。

VI-1-1-3-2-5 津波防護に関する施設的设计方針

目 次

1. 概要	1
2. 設計の基本方針	2
3. 要求機能及び性能目標	4
3.1 津波防護施設	6
3.2 浸水防止設備	7
3.3 津波監視設備	8
4. 機能設計	10
4.1 津波防護施設	10
4.2 浸水防止設備	10
4.3 津波監視設備	18

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-2-1「耐津波設計の基本方針」に基づき、津波防護に関する施設の施設分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各施設の機能設計及び構造強度設計に関する設計方針について説明するものである。

2. 設計の基本方針

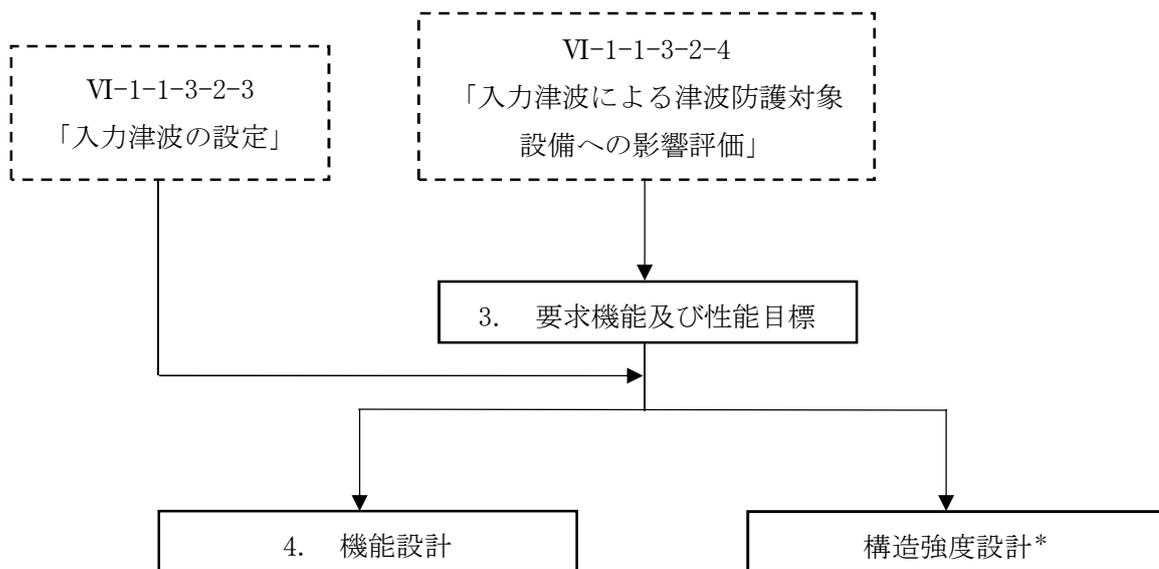
発電所に影響を与える可能性がある基準津波の発生により、VI-1-1-3-2-1「耐津波設計の基本方針」にて設定している津波防護対象設備がその安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないようにするため、津波防護に関する施設を設置する。津波防護に関する施設は、VI-1-1-3-2-3「入力津波の設定」で設定している入力津波に対して、その機能が保持できる設計とする。

津波防護に関する施設の設計に当たっては、VI-1-1-3-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」にて設定している津波防護対策を実施する目的や施設の分類を踏まえて、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設ごとに機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を定める。

津波防護に関する施設の構造強度設計上の性能目標を達成するため、施設ごとに各機能の設計方針を示す。

津波防護に関する施設が構造強度設計上の性能目標を達成するための構造強度の設計方針等については、VI-3-別添3-1-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

津波防護に関する施設の設計フローを図2-1に示す。



(注) フロー中の番号は本資料での記載箇所の章を示す。
 注記* : VI-3-別添3-1-1 「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」

図2-1 施設的设计フロー

3. 要求機能及び性能目標

津波防護対策を実施する目的として、VI-1-1-3-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」において、津波の発生に伴い、津波防護対象設備がその安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこととしている。また、施設の分類については、VI-1-1-3-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価」において、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備に分類している。これらを踏まえ、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設分類ごとの要求機能を踏まえた施設ごとの機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を設定する。

津波防護に関する施設について、施設分類(津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備)ごとの配置を図3-1に示す。

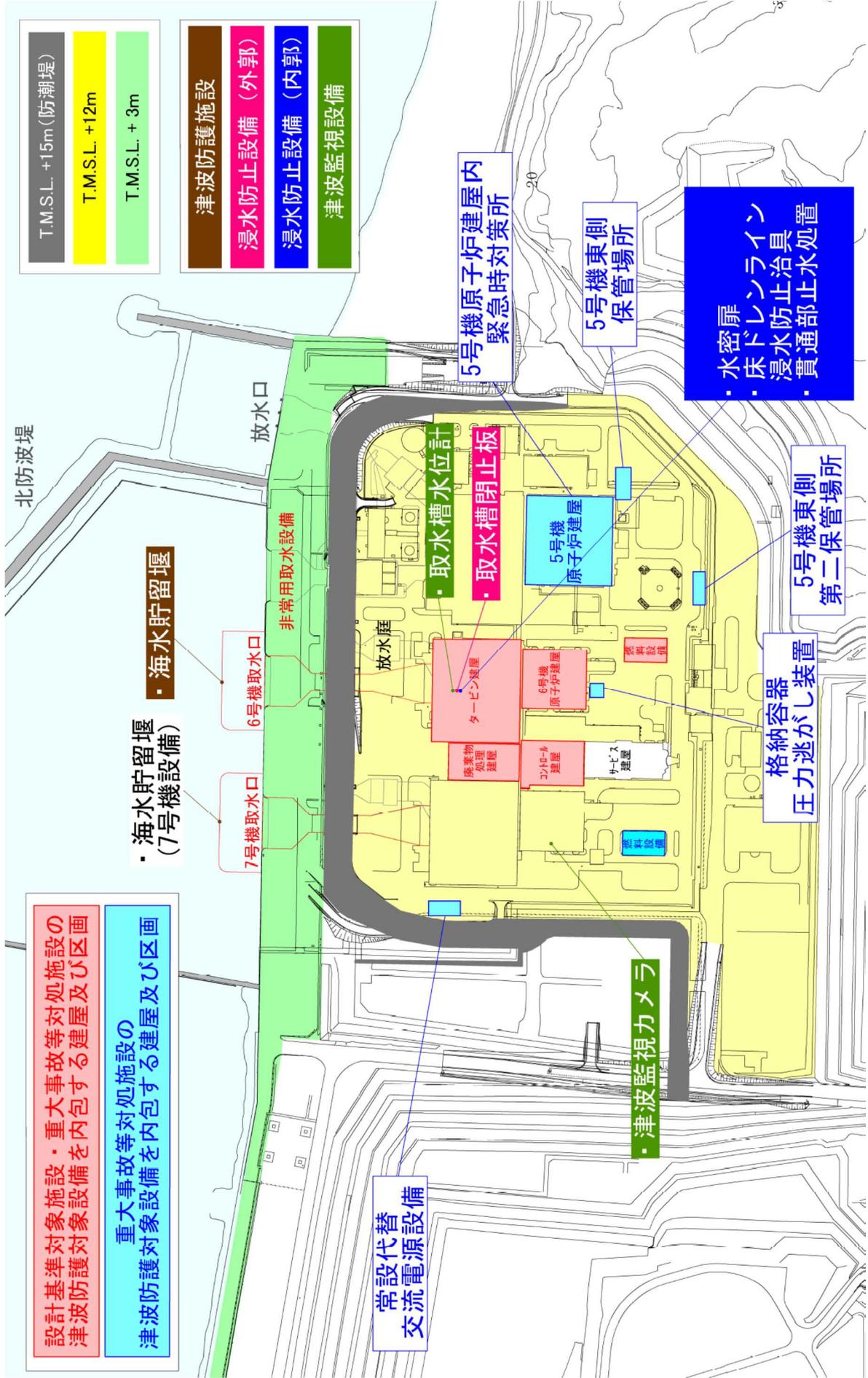


図 3-1 津波防護に関する施設の配置

3.1 津波防護施設

(1) 施設

a. 海水貯留堰

(2) 要求機能

津波防護施設は、繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、津波防護対象設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、津波による漏水を防止することが要求される。

(3) 性能目標

a. 海水貯留堰

海水貯留堰は、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、津波による水位低下に対して原子炉補機冷却海水ポンプ等が取水可能な高さ以上の施工により、原子炉補機冷却海水ポンプ等の機能が保持でき、かつ、原子炉冷却に必要な海水を確保できることを機能設計上の性能目標とする。

海水貯留堰は、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪による荷重に対し、古安田層中の粘性土もしくは西山層に支持される鋼製の鋼管矢板で構成し、地震後、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とし、ずれる又は浮き上がるおそれのない設計とするとともに、鋼管矢板同士を接続する鋼管矢板継手を設置し、部材を有意な漏えいを生じない変形にとどめる設計とする。また、取水護岸と海水貯留堰の接続部には、止水ゴムを設置し、部材を有意な漏えいを生じない相対変位に留める設計とする。これらの設計によって、主要な構造部材の構造健全性を保持することを構造強度設計上の性能目標とする。

3.2 浸水防止設備

(1) 設備

- a. 取水槽閉止板（外郭防護）
- b. 水密扉（内郭防護）
- c. 床ドレンライン浸水防止治具（内郭防護）
- d. 貫通部止水処置（外郭防護及び内郭防護）

(2) 要求機能

浸水防止設備は、繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、津波防護対象設備が、要求される機能を損なうおそれがないよう、浸水想定範囲等における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性を評価し、津波による浸水及び漏水を防止することが要求される。

(3) 性能目標

a. 取水槽閉止板

取水槽閉止板は、地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に開口部を介して浸水することを防止するため、補機冷却用海水取水槽に想定される津波高さに余裕を考慮した高さに対する止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。

取水槽閉止板は、地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪による荷重に対し、鋼製の閉止板で構成し、十分な支持性能を有するタービン建屋内の補機冷却用海水取水槽の上部床面に固定する構造とし、地震後、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

b. 水密扉（タービン建屋内の復水器、循環水ポンプ及びタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水に対し設置するもの）

水密扉は、津波による溢水を考慮した浸水に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に浸水することを防止するため、想定される浸水高さに余裕を考慮した高さに対する止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。

水密扉は、津波による溢水を考慮した浸水に伴う津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪による荷重に対し、鋼製の水密扉で構成し、十分な支持性能を有する建屋に固定する構造とし、地震後、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

c. 床ドレンライン浸水防止治具

床ドレンライン浸水防止治具は、津波による溢水を考慮した浸水に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に床ドレンラインを介して浸水することを防止するため、当該の建屋及び区画への流入経路となる床ドレンラインのうち想定される津波高さに余裕を考慮した高さに対する止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。

床ドレンライン浸水防止治具は、津波による溢水を考慮した浸水に伴う津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪による荷重に対し、鋼製の床ドレンライン浸水防止治具で構成し、十分な支持性能を有する建屋に固定する構造とし、地震後、津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

d. 貫通部止水処置

貫通部止水処置は、地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波及び津波による溢水を考慮した浸水に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、想定される浸水高さに余裕を考慮した高さまでの止水処置により、止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。

貫通部止水処置は、地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波及び津波による溢水を考慮した浸水に伴う津波荷重並びに余震、漂流物の衝突及び積雪による荷重に対し、タービン建屋内の壁又は床面の貫通口と貫通物の隙間をシール材（ケーブルトレイ貫通部については、シール材が型崩れしないよう金属ボックスも施工）、ブーツ、閉止板（鉄板）又はモルタルにより塞ぐ構造とし、止水性の保持を考慮して主要な構造部材の構造健全性を保持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

3.3 津波監視設備

(1) 設備

- a. 津波監視カメラ
- b. 取水槽水位計

(2) 要求機能

津波監視設備は、繰返しの襲来を想定した入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、津波防護施設及び浸水防止設備が機能を保持できていることを監視するため、津波の襲来状況を監視できることが要求される。

(3) 性能目標

- a. 津波監視カメラ

津波監視カメラは、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波に対し、余震、漂流物の衝

突，風及び積雪を考慮した場合においても，波力及び漂流物の影響を受けない位置にカメラ本体を設置するとともに，昼夜にわたり敷地への津波の襲来状況を監視可能な仕様とし，波力及び漂流物の影響を受けない位置への電路の設置及び7号機の非常用電源設備から給電する構成とすることにより，中央制御室での監視機能を保持することを機能設計上の性能目標とする。

津波監視カメラは，地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波の浸水に伴う津波荷重並びに余震，漂流物の衝突，風及び積雪を考慮した荷重に対し，監視機能が保持できる設計とするために，カメラ本体を鋼製の架台にボルトで固定する設計とし，津波の影響を受けない位置に設置し，主要な構造部材が構造健全性を保持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

b. 取水槽水位計

取水槽水位計は，地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波に対し，余震，漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても，波力及び漂流物の影響を受けにくい位置に検出器を設置し，補機冷却用海水取水槽の上昇側及び下降側の水位変動を測定可能な能力を有するとともに，波力及び漂流物の影響を受けない位置への電路の設置及び6号機の非常用電源設備から給電する構成とすることにより，中央制御室での監視機能を保持することを機能設計上の性能目標とする。

取水槽水位計は，地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水に伴う津波荷重並びに余震，漂流物の衝突及び積雪を考慮した荷重に対し，監視機能が保持できる設計とするために，津波による影響を受けにくいタービン建屋に固定する設計とし，主要な構造部材が構造健全性を保持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

4. 機能設計

VI-1-1-3-2-3「入力津波の設定」で設定している入力津波に対し、「3. 要求機能及び性能目標」で設定している津波防護に関する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

4.1 津波防護施設

(1) 海水貯留堰の設計方針

海水貯留堰は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

海水貯留堰は、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、津波による水位低下に対して原子炉補機冷却海水ポンプ等が取水可能な高さ以上の施工により、原子炉補機冷却海水ポンプ等の機能が保持でき、かつ、原子炉冷却に必要な海水を確保するため、以下の措置を講じる設計とする。

海水貯留堰は、原子炉補機冷却海水ポンプ等の取水に必要な高さ及び原子炉冷却に必要な貯留量を考慮した天端高さT.M.S.L. -3.5mとし、取水口前面の海中に設置する設計とする。海水貯留堰は、鋼製の鋼管矢板を古安田層中の粘性土もしくは西山層で支持し、海水を貯留する設計とする。鋼管矢板同士の接続部には、試験等により止水性を確認した鋼管矢板継手を設置し、鋼管矢板の境界部の止水性を保持する設計とする。また、取水護岸と海水貯留堰の接続部には、試験等により止水性を確認した止水ゴムを設置し、取水護岸と海水貯留堰の境界部の止水性を保持する設計とする。

取水護岸と海水貯留堰の接続部に設置する止水ゴムは、「a. 止水ゴムの耐圧試験」により止水性を確認したのと同じ材質の止水ゴムを使用する設計とする。

耐圧試験の試験条件及び試験結果を、以下に示す。

a. 止水ゴムの耐圧試験

(a) 試験条件

耐圧試験については、試験機を用いて津波時に想定される水圧を作用させた場合に、止水ゴムに有意な漏えいが生じないことを確認する。

(b) 試験結果

試験の結果、止水ゴムに漏えいが無いことを確認した。

海水貯留堰は、鋼製の鋼管矢板及び鋼管矢板継手とすることにより、津波による侵食及び洗掘に対する耐性を有することで、止水性を保持する設計とする。

4.2 浸水防止設備

(1) 取水槽閉止板の設計方針

取水槽閉止板は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

取水槽閉止板は、地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画にタ

ービン建屋内の補機冷却用海水取水槽のT. M. S. L. +3. 5m以下の流入経路となる上部床面開口部を介して浸水することを防止し、補機冷却用海水取水槽に想定される津波高さに余裕を考慮した高さに対する止水性を保持するため、以下の措置を講じる設計とする。

取水槽閉止板は、補機冷却用海水取水槽の入力津波高さT. M. S. L. +8. 4mに余裕を考慮したT. M. S. L. +9. 0mまでの津波高さに対して、補機冷却用海水取水槽の上部に設置し、止水性を保持する設計とする。取水槽閉止板は、鋼製とし、十分な支持性能を有する補機冷却用海水取水槽の上部床面にパッキンを挟んで固定することにより、止水性を保持する設計とする。

取水槽閉止板は、「a. 取水槽閉止板の漏えい試験」により止水性を確認したものを設置する設計とする。

漏えい試験の試験条件及び試験結果を、以下に示す。

a. 取水槽閉止板の漏えい試験

(a) 試験条件

漏えい試験は、実機を模擬した取水槽閉止板を用いて実施し、評価水位以上の水位を想定した水圧を作用させた場合に閉止部からの漏えいがないことを確認する。

図4-1に漏えい試験概要図を示す。

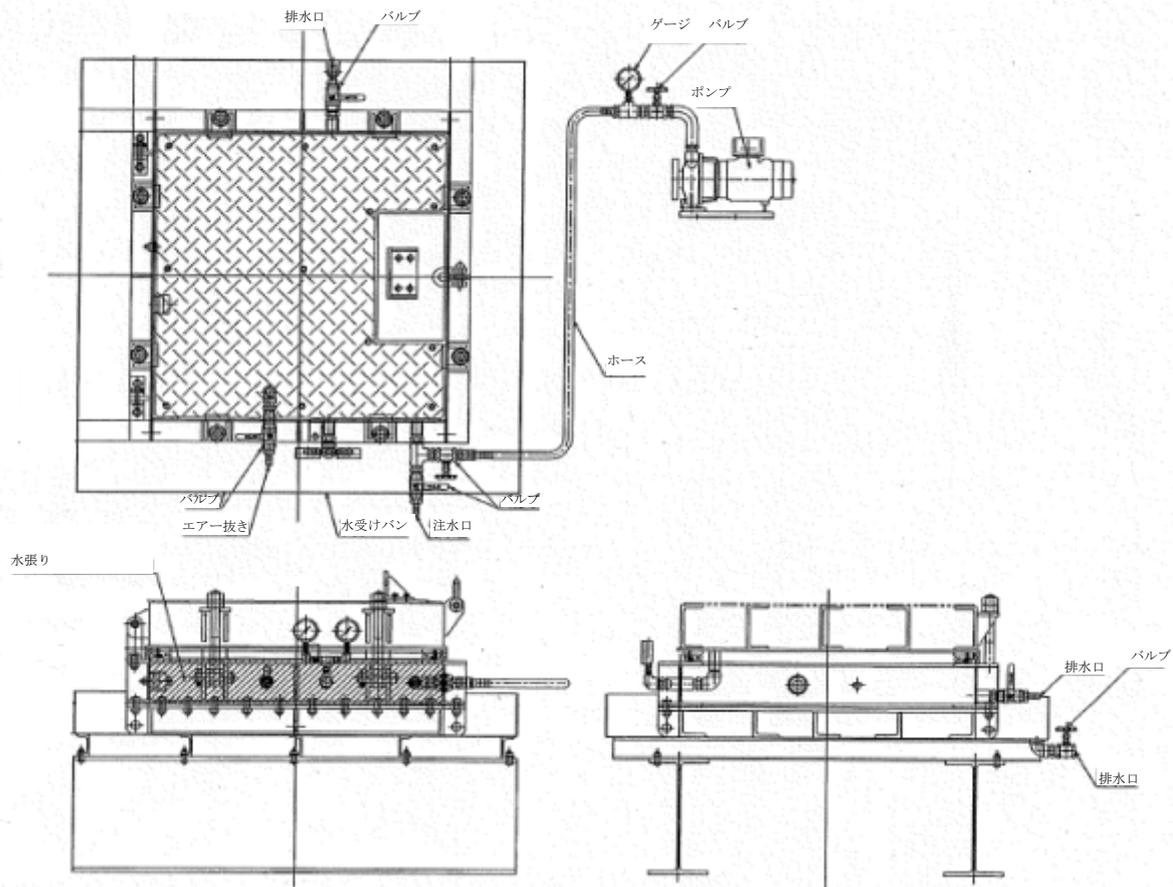


図4-1 漏えい試験概要図（取水槽閉止板）

(b) 試験結果

試験の結果，漏えいがないことを確認した。

- (2) 水扉の設計方針（タービン建屋内の復水器，循環水ポンプ及びタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水に対し設置するもの）

水扉は，「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために，以下の設計方針としている。

水扉は，津波による溢水を考慮した浸水に対し，余震，漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても，津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に開口部を介して浸水することを防止し，想定される浸水高さに対する止水性を保持するため，以下の措置を講じる設計とする。タービン建屋内の復水器を設置するエリアの浸水に対し設置するものについては，溢水による浸水高さT.M.S.L. 約+0.19mに余裕を考慮したT.M.S.L. +1.0mまでの浸水に対して機能を維持できる設計とし，タービン建屋内の循環水ポンプを設置するエリアの浸水に対し設置するものは，循環水ポンプの電動機が水没するまでの溢水による浸水高さT.M.S.L. 約+12.18m（循環水ポンプを設置するエリアの津波による溢水は，入力津波を考慮した浸水高さT.M.S.L. +7.5m）に余裕を考慮したT.M.S.L. +12.3mまでの浸水に対して機能を維持できる設計とし，タービン建屋内のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水に対し

設置するものについては、溢水による浸水高さT.M.S.L. 約-0.38mに余裕を考慮したT.M.S.L. +0.5mまでの浸水に対して止水性を保持する設計とする。

水密扉は、鋼製とし、十分な支持性能を有する建屋に固定することにより、止水性を保持する設計とする。また、扉体と戸当りの境界にはパッキンを設置して、圧着構造とし止水性を保持する設計とする。

水密扉は、「a. 水密扉の漏えい試験」により止水性を確認したものを設置する設計とする。

漏えい試験の試験条件及び試験結果を、以下に示す。

a. 水密扉の漏えい試験

(a) 試験条件

漏えい試験は、実機を模擬した水密扉を試験用水槽に設置し、評価水位以上の水位を想定した水頭圧により止水性を確認する。

漏えい試験の対象とする水密扉は、扉面積等の設備仕様や水頭圧等の設備仕様を踏まえ、試験条件が包絡される場合は代表の水密扉により実施する。

評価に当たっては、1時間当たりの漏えい量を求め、防護すべき設備への影響を確認する。

図4-2に漏えい試験概要図を示す。

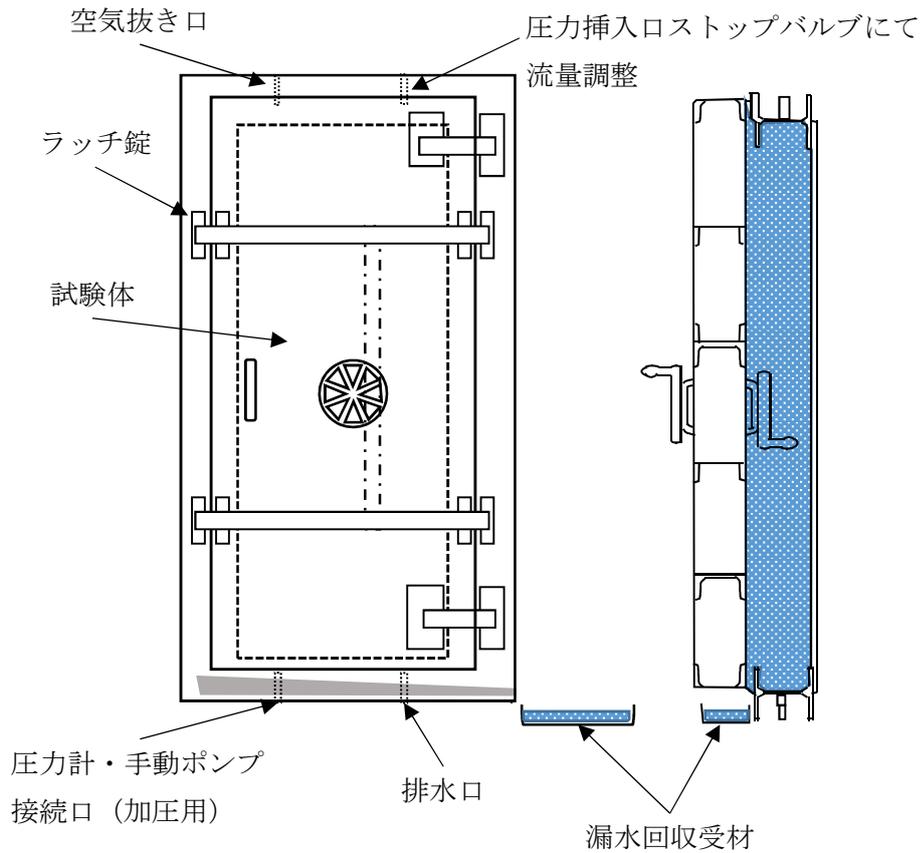


図 4-2 漏えい試験概要図 (水密扉)

(b) 試験結果

試験の結果，設定している許容漏えい量以下であることを確認した。

(3) 床ドレンライン浸水防止治具の設計方針

床ドレンライン浸水防止治具は，「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために，以下の設計方針としている。

床ドレンライン浸水防止治具は，津波による溢水を考慮した浸水に対し，余震，漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても，津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に床ドレンラインを介して浸水することを防止し，当該の建屋及び区画への流入経路となる床ドレンラインのうち想定される津波高さに余裕を考慮した高さに対する止水性を保持するために，以下の措置を講じる設計とする。

床ドレンライン浸水防止治具は，タービン建屋内へ流入する可能性のある溢水の最大浸水高さT.M.S.L. 約+12.18m (循環水ポンプを設置するエリアの津波による溢水は，入力津波を考慮した浸水高さT.M.S.L. +7.5m)に余裕を考慮したT.M.S.L. +12.3mまでの浸水に対して止水性を保持する設計とする。

床ドレンライン浸水防止治具は，「a. 床ドレンライン浸水防止治具の漏えい試験」により止水性を確認したのと同じ形状，寸法の床ドレンライン浸水防止治具を設置する設計と

する。

漏えい試験の試験条件及び試験結果を、以下に示す。

a. 床ドレンライン浸水防止治具の漏えい試験

(a) 試験条件

漏えい試験は、実機で使用している形状、寸法の試験体を用いて実施し、評価水位以上の水位を想定した水圧を作用させた場合に閉止部からの漏えいが許容漏えい量以下であることを確認する。

図4-3に漏えい試験概要図を示す。

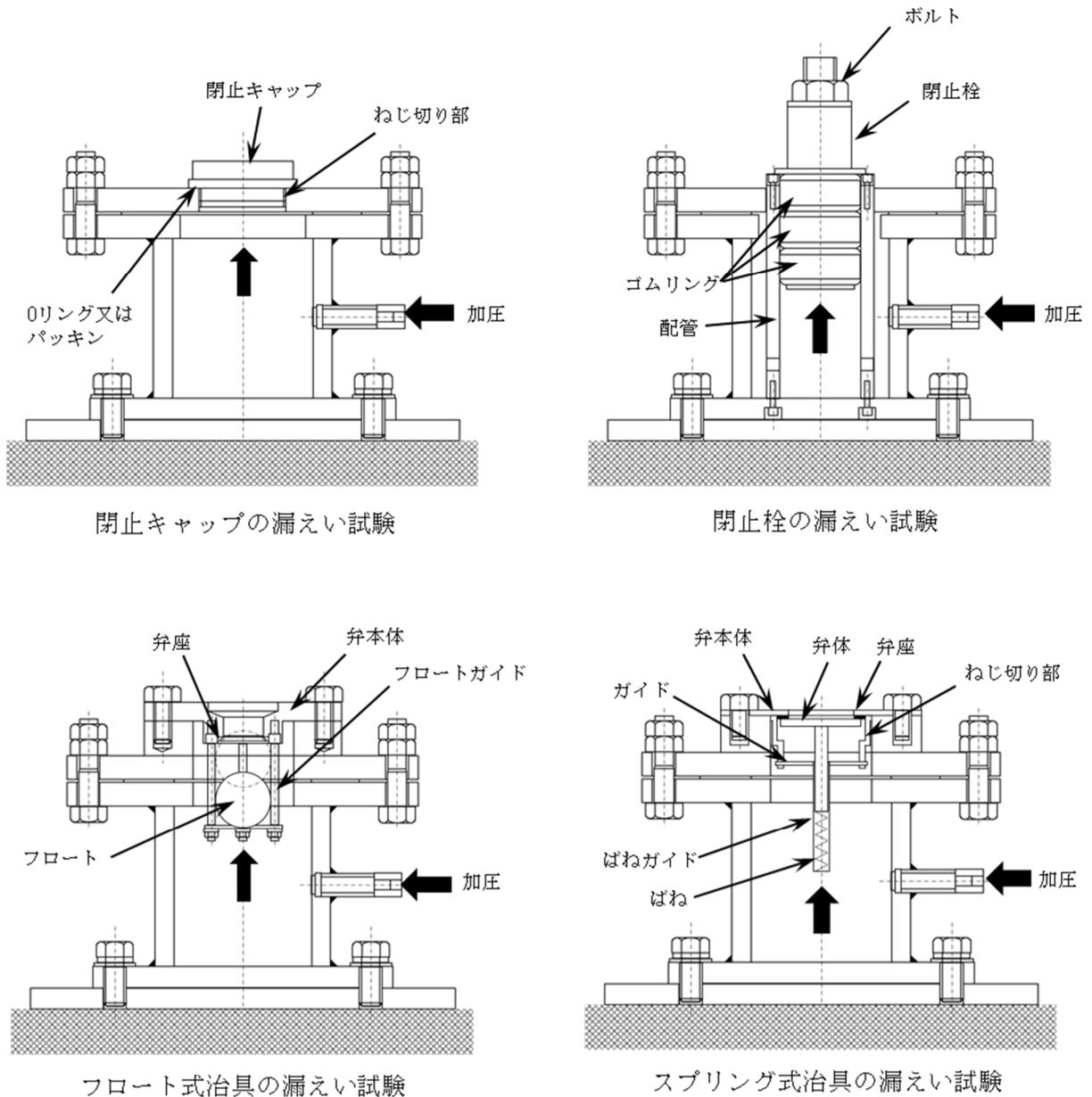


図4-3 漏えい試験概要図（床ドレンライン浸水防止治具）

(b) 試験結果

試験の結果、設定している許容漏えい量以下であることを確認した。

(4) 貫通部止水処置の設計方針

貫通部止水処置は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

貫通部止水処置は、地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波及び津波による溢水を考慮した浸水に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、経路からの津波及び津波による溢水を考慮した浸水に余裕を考慮した高さに対する止水性を保持するために以下の設計とする。

経路からの津波に対し補機冷却用海水取水槽に設置するものについては、流入経路となるT.M.S.L. +3.5m以下の貫通口と貫通物との隙間に、タービン建屋内の復水器を設置するエリアの浸水に対し設置するものについては、溢水による浸水高さT.M.S.L. 約+0.19mに余裕を考慮したT.M.S.L. +1.0mまでの貫通口と貫通物との隙間に、タービン建屋内の循環水ポンプを設置するエリアの浸水に対し設置するものは、循環水ポンプの電動機が水没するまでの溢水による浸水高さT.M.S.L. 約+12.18m(循環水ポンプを設置するエリアの津波による溢水は、入力津波を考慮した浸水高さT.M.S.L. +7.5m)に余裕を考慮したT.M.S.L. +12.3mまでの貫通口と貫通物との隙間に、タービン建屋内のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアの浸水に対し設置するものについては、溢水による浸水高さT.M.S.L. 約-0.38mに余裕を考慮したT.M.S.L. +0.5mまでの貫通口と貫通物との隙間に施工する設計とする。

貫通部止水処置のうち、シール材、ブーツ取付部及び閉止板による貫通部止水処置については、「a. 貫通部止水処置の漏えい試験」により止水性を確認した施工方法にて施工する。

漏えい試験の試験条件及び試験結果を、以下に示す。

a. 貫通部止水処置の漏えい試験

(a) 試験条件

漏えい試験は、実機で使用する形状及び寸法を考慮した試験体を用いて実施し、評価水位以上の水位を想定した水頭圧を作用させた場合にシール材又はブーツ取付部若しくは閉止板と貫通口及び貫通物との境界部に漏えいが生じないことを確認する。

図4-4及び図4-5に漏えい試験概要図を示す。

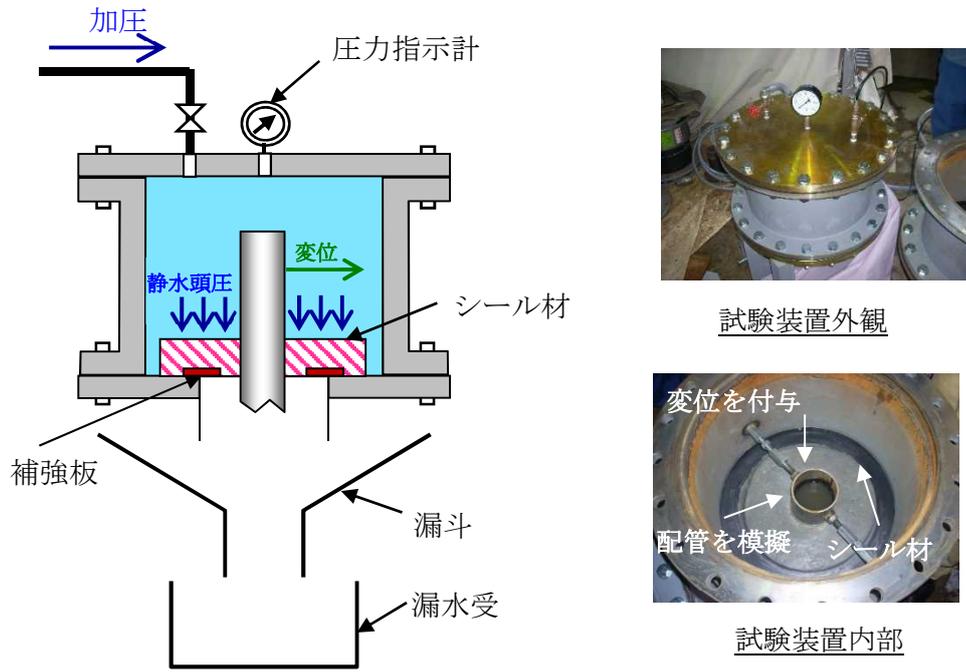


図4-4 漏えい試験概要図（シール材）



図4-5 漏えい試験概要図（ブーツ）

(b) 試験結果

試験の結果、有意な漏えいは認められなかった。

4.3 津波監視設備

(1) 津波監視カメラの設計方針

津波監視カメラは、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

津波監視カメラは、地震後の繰返しの襲来を想定した遡上波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪を考慮した場合においても、波力及び漂流物の影響を受けない場所として、7号機主排気筒にカメラ本体を設置し、昼夜にわたり監視可能な設計とする。また、カメラ本体からの映像信号を電路により中央制御室に設置する津波監視カメラ制御架（ユニット、監視モニタ）に伝送し、中央制御室にて監視可能な設計とする。電路については、波力や漂流物の影響を受けない箇所に設置し、電源は津波の影響を受けない建屋に設置する7号機の非常用電源設備から給電する設計とする。

(2) 取水槽水位計の設計方針

取水槽水位計は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

取水槽水位計は、地震後の繰返しの襲来を想定した経路からの津波に対し、余震、漂流物の衝突及び積雪を考慮した場合においても、補機冷却用海水取水槽の想定される津波高さに余裕を考慮した高さT. M. S. L. +8.4mに耐えうる設計とするとともに、波力及び漂流物の影響を受けにくいタービン建屋に設置する。

取水槽水位計は、朔望平均潮位を考慮した補機冷却用海水取水槽の上昇側及び下降側の水位変動T. M. S. L. -6.5mからT. M. S. L. +9.0mの水位を差圧式の検出器を用いて正確な測定が可能な設計とする。

また、検出器で測定した水位の信号を電路により中央制御室に伝送し、中央制御室にて監視可能な設計とする。電路については、波力や漂流物の影響を受けない箇所に設置し、電源は津波の影響を受けない建屋に設置する6号機の非常用電源設備から給電する設計とする。

VI-1-1-3-3 竜巻への配慮に関する説明書

竜巻への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

VI-1-1-3-3-1 竜巻への配慮に関する基本方針

VI-1-1-3-3-2 竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定

VI-1-1-3-3-3 竜巻防護に関する施設の設計方針

別紙1 計算機プログラム（解析コード）の概要

VI-1-1-3-3-1 竜巻への配慮に関する基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 竜巻防護に関する基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 竜巻より防護すべき施設	1
2.1.2 設計竜巻及び設計飛来物の設定	1
2.1.3 竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計方針	2
2.2 適用規格	8

1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の竜巻防護設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

2. 竜巻防護に関する基本方針

2.1 基本方針

外部事象防護対象施設が、設計竜巻によりその安全機能が損なわれないよう、設計時にそれぞれの施設の設置状況等を考慮して、竜巻より防護すべき施設に対する設計竜巻からの影響を評価し、外部事象防護対象施設が安全機能を損なうおそれがある場合は、影響に応じた防護対策を講じる設計とする。重大事故等対処設備は設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないように、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の位置的分散を考慮した設計とする。

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「3.1.1(2) 風（台風）」を踏まえ、風（台風）に対する設計についても、竜巻に対する設計で確認する。確認結果については、本資料で示し、包絡関係を確認する。

2.1.1 竜巻より防護すべき施設

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設」に従い、竜巻より防護すべき施設は、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

2.1.2 設計竜巻及び設計飛来物の設定

設計竜巻及び設計飛来物の設定について、以下に示す。

(1) 設計竜巻

設計竜巻の最大風速は92m/sと設定する。設計竜巻の最大風速92m/sに対して、風（台風）の風速は40.1m/sであるため、風（台風）の設計は竜巻の設計に包絡される。

具体的な設計方針を、VI-1-1-3-3「竜巻防護に関する施設の設計方針」に示す。

(2) 設計飛来物

設置（変更）許可を受けたとおり、固縛等の運用、管理を考慮して、飛来した場合に運動エネルギー及びコンクリートに対する貫通力が最も大きくなる鋼製足場板（長さ4m×幅0.25m×奥行き0.04m、質量14kg、飛来時の水平速度55m/s、飛来時の鉛直速度18m/s）及び飛来した場合に鋼板に対する貫通力が最も大きくなる足場パイプ（長さ4m×幅0.05m×奥行き0.05m、質量11kg、飛来時の水平速度42m/s、飛来時の鉛直速度38m/s）を設計飛来

物として設定する。また、評価対象物の設置状況及びその他環境状況に応じて、砂利についても、設計飛来物として設定する。

なお、飛来した場合の運動エネルギー又は貫通力が設計飛来物である鋼製足場板及び足場パイプよりも大きな重大事故等対処設備、発電所敷地の屋外に保管する資機材や車両（以下「資機材等」という。）については、その保管場所、設置場所等を考慮し、外部事象防護対象施設及び防護対策施設に衝突し、外部事象防護対象施設の機能に影響を及ぼす可能性がある場合には、固縛、固定又は外部事象防護対象施設及び防護対策施設からの離隔、撤去並びに車両の構内管理及び退避を実施することを保安規定に定め、運用を行う。

固縛対象物の選定に当たっては、VI-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」に従った方針を保安規定に示す。

2.1.3 竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計方針

「2.1.1 竜巻より防護すべき施設」にて設定した施設について、「2.1.2 設計竜巻及び設計飛来物の設定」にて設定した設計竜巻による荷重（設計竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重を組み合わせた荷重）（以下「設計竜巻荷重」という。）及びその他考慮すべき荷重に対する竜巻防護設計を実施する。竜巻より防護すべき施設に対し、それぞれの設置状況等を踏まえ、設計竜巻荷重に対する影響評価を実施し、影響評価の結果を踏まえて、竜巻の影響について評価を行う施設（以下「竜巻の影響を考慮する施設」という。）を選定する。竜巻の影響を考慮する具体的な施設については、VI-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」に示し、選定したそれぞれの施設に対する詳細設計については、VI-1-1-3-3-3「竜巻防護に関する施設の設計方針」に示す。

(1) 設計方針

a. 外部事象防護対象施設

外部事象防護対象施設は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対して、その施設に要求される機能を維持する設計とする。外部事象防護対象施設における配置、施設の構造等を考慮した設計方針を以下に示す。

(a) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、安全機能を損なわないよう、施設に要求される機能を維持する設計とする。なお、このとき外部事象防護対象施設が安全機能を損なうおそれがある場合は、防護措置として防護対策施設を設置する等の防護対策を講じる設計とする。

(b) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

竜巻より防護すべき施設を内包する施設は、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、内包する竜巻より防護すべき施設の安全

機能を損なわないよう、設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止可能な設計とする。

(c) 屋内の外部事象防護対象施設

イ. 屋内の外部事象防護対象施設は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、安全機能を損なわないよう、建屋等の竜巻より防護すべき施設を内包する施設により防護する設計とする。

ロ. 外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設は、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、安全機能を損なわないよう、施設に要求される機能を維持する設計とする。

ハ. 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、安全機能を損なわないよう、施設に要求される機能を維持する設計とする。設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重により安全機能を損なうおそれがある場合には、防護措置として防護対策施設を設置する等の防護対策を講じる設計とする。

b. 重大事故等対処設備

(a) 屋外の重大事故等対処設備

屋外の重大事故等対処設備は、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づき、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、位置的分散を考慮した設置又は保管とともに、浮き上がり又は横滑りによって設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突する可能性がある設備に対し、飛散させないよう固縛の措置をとることにより、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備が同時に損傷しない設計とする。

(b) 屋内の重大事故等対処設備

屋内の重大事故等対処設備は、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づき、竜巻時及び竜巻通過後において、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、竜巻より防護すべき施設を内包する施設により防護する設計とする。

c. 防護対策施設

防護対策施設として、竜巻防護ネット（防護ネット（硬鋼線材：線径φ4mm，網目寸法83mm×130mm）及び架構により構成する。）、竜巻防護フード（防護鋼板（ステンレス鋼：

板厚 17mm 以上) 及び架構又は防護壁 (鉄筋コンクリート: 厚さ 21cm 以上) により構成する。), 竜巻防護扉 (ステンレス鋼: 板厚 17mm 以上) 及び竜巻防護鋼板 (防護鋼板 (炭素鋼: 板厚 17mm 以上又はステンレス鋼: 板厚 9mm 以上) 及び架構により構成する。) を設置し, 竜巻時及び竜巻通過後において, 設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し, 内包する外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないよう, 設計飛来物が外部事象防護対象施設に衝突することを防止可能な設計とする。

また, 防護対策施設は, その他考えられる自然現象 (地震等) に対して, 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさない設計とする。

d. 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設は, 竜巻時及び竜巻通過後において, 設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し, 機械的, 機能的及び二次的な波及的影響により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

機械的な波及的影響としては, 設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し, 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設や重大事故等対処設備, 資機材等の倒壊, 損傷, 飛散等により外部事象防護対象施設に与える影響を考慮する。

機能的な波及的影響としては, 設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し, 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設の損傷等による外部事象防護対象施設の機能喪失を考慮する。

二次的な波及的影響としては, 竜巻による随件事象として過去の竜巻被害の状況及び発電所における施設の配置から想定される屋外の危険物タンク等の火災, 屋外タンク等からの溢水及び設計竜巻又は設計竜巻と同時に発生する雷の影響による外部電源喪失によって, 外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。竜巻随伴による火災に対しては, 火災による損傷の防止における想定に包絡される又は火災を起こさない設計とする。なお, 竜巻随伴による溢水に対しては, 溢水による損傷の防止における溢水量の想定に包絡される又は溢水を起こさない設計とする。さらに, 竜巻随伴による外部電源喪失に対しては, 外部電源喪失を生じない又は代替設備による電源供給が可能な設計とする。

(2) 荷重の組合せ及び許容限界

竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計における構造強度評価は, 以下に示す設計竜巻荷重とそれ以外の荷重の組合せを適切に考慮して, 施設の構造強度評価を実施し, その結果がそれぞれ定める許容限界内にあることを確認する。

設計竜巻荷重の算出については, VI-3「強度に関する説明書」のうち別添 1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

a. 荷重の種類

(a) 常時作用する荷重

常時作用する荷重としては, 持続的に生じる荷重である自重, 水頭圧及び上載荷重

を考慮する。

(b) 設計竜巻荷重

設計竜巻荷重としては，設計竜巻の風圧力による荷重，気圧差による荷重及び飛来物による衝撃荷重を考慮する。飛来物による衝撃荷重としては，設計飛来物が衝突する場合の荷重を設定することを基本とする。これらの荷重は短期荷重とする。

(c) 運転時の状態で作用する荷重

運転時の状態で作用する荷重としては，配管等にかかる内圧やポンプのスラスト荷重等の運転時荷重を考慮する。

b. 荷重の組合せ

(a) 竜巻の影響を考慮する施設の設計における荷重の組合せとしては，常時作用する荷重，設計竜巻荷重及び運転時の状態で作用する荷重を適切に考慮する。

(b) 設計竜巻荷重については，対象とする施設の設置場所及びその他の環境条件によって設定する。

(c) 設計飛来物による衝突の設定においては，評価に応じて影響の大きくなる向きで衝突するように設定する。さらに，衝突断面積についても，影響が大きくなるような形状として設定する。

(d) 常時作用する荷重及び運転時の状態で作用する荷重については，組み合わせることで設計竜巻荷重の抗力となる場合には，保守的に組み合わせないことを基本とする。

c. 許容限界

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備の許容限界は「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（改正平成 26 年 9 月 17 日 原規技発第 1409172 号原子力規制委員会）を参照し，設計竜巻荷重と地震荷重との類似性，規格等への適用性を踏まえ，「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1987」（日本電気協会），「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補-1984」（日本電気協会）及び「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」（日本電気協会）（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）等の安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている値を用いて，以下のことを確認する。

(a) 外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備のうち外部事象防護対象施設（建屋を除く。）と同一設備

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備のうち外部事象防護対象施設（建屋を除く。）と同一設備の許容限界は，設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し，

構成する主要構造部材が、おおむね弾性状態に留まることとする。

(b) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

竜巻より防護すべき施設を内包する施設については、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対して、主要な構造部材が終局状態に至るようなひずみ又は荷重が生じないこととする。また、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外殻を構成する部材が、評価式に基づく貫通を生じない最小必要厚さ以上とすること、及び竜巻より防護すべき施設が波及的影響を受けないよう、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外殻を構成する部材が裏面剥離を生じない最小必要厚さ以上とすることとし、主要な構造部材が終局状態に至るようなひずみ又は荷重が生じないこととする。

(c) 屋外の重大事故等対処設備に取り付ける固縛装置

屋外の重大事故等対処設備に取り付ける固縛装置の許容限界は、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、固縛状態を維持するために、固縛装置の構成部材である連結材は破断が生じないよう十分な強度を有していること、固定材は塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有することとする。

(d) 防護対策施設

防護対策施設の構成品である防護ネットは、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、主要な構造部材の破断が生じないよう、破断荷重に対して十分な余裕を持った強度を有し、たわみを生じても、設計飛来物が外部事象防護対象施設と衝突しないよう外部事象防護対象施設との離隔を確保できることとする。

防護対策施設の構成品である防護鋼板は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が、防護鋼板を貫通せず、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないものとする。

防護ネット及び防護鋼板の支持構造物である架構は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重が防護ネット及び防護鋼板に作用する場合には、主要な構造部材に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないよう防護ネット等を支持出来るようにする。また、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重が主要な構造部材に直接作用した際にも、主要な構成部材は貫通せず又構成部材の損傷に伴う架構の崩壊に至らず、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないものとする。

防護対策施設のうち防護壁（鉄筋コンクリート）は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物の衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、主要な構造部材が、評価式に基づく貫通を生じない最小必要厚さ以上とすること、及び外部事象防護対象施設が波及的影響を

受けないう、主要な構造部材が裏面剥離を生じない最小必要厚さ以上とすることとし、主要な構造部材が終局状態に至るようなひずみが生じないこととする。

防護対策施設のうち竜巻防護扉は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、扉の外殻を構成する部材が貫通を生じない最小必要厚さ以上とし、外部事象防護対象施設が波及的影響を受けないう、主要な構造部材が終局状態に至るような荷重及びひずみが生じないこととする。

(e) 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設は、倒壊、損傷等が生じる場合においても、機械的影響により外部事象防護対象施設の必要な機能を損なわないう十分な離隔を確保するか又は施設が終局状態に至ることがないう構造強度を保持することとする。また、施設を構成する主要な構造部材に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微少なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないうにする。また、機能的影響により外部事象防護対象施設の必要な機能を損なわないう、機能喪失に至る可能性のある変形を生じないこととする。

2.2 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法及び同施行令
- ・ 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(平成 2 年 8 月 30 日 原子力安全委員会)
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984」(日本電気協会)
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987」(日本電気協会)
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」(日本電気協会)
- ・ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1 -2005/2007」(日本機械学会)
- ・ ISES7607-3 「軽水炉構造機器の衝撃荷重に関する調査 その 3 ミサイルの衝突による構造壁の損傷に関する評価式の比較検討」(昭和 51 年 10 月高温構造安全技術研究組合)
- ・ 「タービンミサイル評価について」(昭和 52 年 7 月 20 日原子炉安全専門審査会)
- ・ U. S. Nuclear Regulatory Commission: REGULATORY GUIDE 1. 76, DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS, Revision1, March 2007
- ・ Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs (Nuclear Energy Institute 2011 Rev8 (NEI07-13))
- ・ 「建築物荷重指針・同解説」(日本建築学会, 2004 改定)
- ・ 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」(日本建築学会, 2005 改定)
- ・ 「各種合成構造設計指針・同解説」(日本建築学会, 2010 改定)
- ・ 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」(日本建築学会, 2010 改定)
- ・ 「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計と保有水平耐力—」(日本建築学会, 2001 改定)
- ・ 「2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書」(国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所, 2015)
- ・ 「小規模吊橋指針・同解説」(日本道路協会 平成 20 年 8 月)
- ・ 日本産業規格(J I S)
- ・ E N 規格

なお，「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和 55 年通商産業省告示第 5 0 1 号，最終改正平成 15 年 7 月 29 日経済産業省告示第 2 7 7 号)に関する内容については，「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005 年版(2007 年追補版を含む))〈第 I 編 軽水炉規格〉 J S M E S N C 1 -2005/2007」(日本機械学会)に従うものとする。

VI-1-1-3-3-2 竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定

目 次

1. 概要	1
2. 選定の基本方針	1
2.1 竜巻の影響を考慮する施設の選定の基本方針	1
2.2 竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針	1
3. 竜巻の影響を考慮する施設の選定	2
3.1 外部事象防護対象施設	2
3.2 重大事故等対処設備	3
3.3 防護対策施設	3
3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設	4
4. 竜巻防護のための固縛対象物の選定	8
4.1 発電所敷地の屋外に保管する資機材等	8
4.1.1 発電所における飛来物の調査	8
4.1.2 固縛対象物の選定	8
4.2 屋外の重大事故等対処設備	10

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」に基づき、竜巻の影響を考慮する施設及び竜巻防護のための固縛対象物の選定について説明するものである。

2. 選定の基本方針

竜巻の影響を考慮する施設の選定及び竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針について説明する。

2.1 竜巻の影響を考慮する施設の選定の基本方針

竜巻の影響を考慮する施設は、その設置場所、構造等を考慮して選定する。

屋外に設置している外部事象防護対象施設、重大事故等対処設備及び防護措置として設置する防護対策施設は、竜巻による荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

屋内に設置している外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備は、建屋にて防護されることから、屋内の外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備の代わりに竜巻より防護すべき施設を内包する施設を竜巻の影響を考慮する施設として選定する。ただし、外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設及び建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設については、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設として、発電所構内の施設のうち、機械的影響を及ぼす可能性がある施設、機能的影響を及ぼす可能性がある施設及び竜巻随伴事象として想定される火災、溢水、外部電源喪失を考慮した二次的影響を及ぼす可能性がある施設を抽出し、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

2.2 竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針

外部事象防護対象施設に対して竜巻による飛来物の影響を防止する観点から、竜巻による飛来物として想定すべき資機材等を調査し、設計竜巻により飛来物となり外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性があるものを固縛、固定、外部事象防護対象施設からの離隔及び頑健な建屋内に収納又は撤去する。

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力による荷重に対して、位置的分散を考慮した設置又は保管により、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計に加え、浮き上がり又は横滑りによって設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させることのない設計とすること、また、外部事象防護対象施設に対して波及的影響を及ぼさない設計とすることから、屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、外部事象防護対象施設に衝突し、外部事象防護対象施設の機能に影響を及ぼす可能性のあるもの、並びに、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させる可能性のあるものについて固縛する。

3. 竜巻の影響を考慮する施設の選定

選定の基本方針を踏まえ、以下のとおり竜巻の影響を考慮する施設を選定する。

3.1 外部事象防護対象施設

竜巻から防護すべき施設のうち外部事象防護対象施設を以下のとおり選定する。

(1) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

外部事象防護対象施設（建屋を除く。）のうち、屋外に設置している施設を、竜巻の影響を考慮する施設として以下の施設を選定する。

- ・軽油タンク（「重大事故等時のみ6, 7号機共用」（以下同じ。））
- ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁
- ・主排気筒
- ・非常用ガス処理系排気管

(2) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

屋内に設置している竜巻より防護すべき施設は、建屋にて防護されることから、竜巻より防護すべき施設の代わりに竜巻より防護すべき施設を内包する施設を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

- ・原子炉建屋（原子炉圧力容器他を内包する建屋）
- ・タービン建屋海水熱交換器区域（原子炉補機冷却海水ポンプ他を内包する建屋）
- ・コントロール建屋（中央制御室他を内包する建屋）
- ・廃棄物処理建屋（復水貯蔵槽他を内包する建屋）

(3) 外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設

屋内に設置している外部事象防護対象施設のうち、外気と繋がる外部事象防護対象施設については、竜巻の気圧差による荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として、以下の施設を選定する。

- ・非常用ディーゼル発電設備吸気配管
- ・非常用換気空調系（非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）、中央制御室換気空調系（「6, 7号機共用」（以下同じ。））、コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系、海水熱交換器区域換気空調系の外気と繋がるダクト・ファン及び外気との境界となるダンパ・バタフライ弁）

(4) 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設

屋内に設置している外部事象防護対象施設のうち、建屋等による飛来物防護が期待できない外部事象防護対象施設については、設計竜巻による荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として以下のとおり選定する。なお、建屋等による防護が期待できない外部事象防護対象施設は、損傷する可能性がある屋内の外部事象防護対象施設及び損傷

する可能性のある開口部付近の外部事象防護対象施設を竜巻の影響を考慮する施設とする。

a. 損傷する可能性がある屋内の外部事象防護対象施設

原子炉建屋は、竜巻による気圧低下により、燃料取替床ブローアウトパネルが開放され、外壁開口部が発生し、設計竜巻荷重が建屋内の外部事象防護対象施設に作用する可能性があるため、以下の施設を選定する。

- ・使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）、燃料プール注入ライン逆止弁、原子炉ウェル、燃料取替機、原子炉建屋クレーン

b. 損傷する可能性がある開口部付近の外部事象防護対象施設

原子炉建屋、タービン建屋海水熱交換器区域、コントロール建屋の建屋開口部及び扉が飛来物の衝突により損傷し、飛来物が建屋内の外部事象防護対象施設に衝突する可能性があるため、以下の施設を選定する。

- ・非常用ディーゼル発電設備（発電機、ディーゼル機関、始動用空気系、冷却水系）
- ・非常用所内電源系設備
- ・非常用換気空調系（非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）、中央制御室換気空調系、コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系、海水熱交換器区域換気空調系）設備
- ・原子炉補機冷却水系配管及び原子炉補機冷却海水系配管
- ・使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）

外部事象防護対象施設のうち竜巻の影響を考慮する施設の選定フローを図3-1に示す。

3.2 重大事故等対処設備

屋外に設置又は保管している重大事故等対処設備は、竜巻の影響を受けることから、全ての重大事故等対処設備を竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

屋外に設置する具体的な重大事故等対処設備については、VI-1-1-3-別添1「屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出」に示す。また、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、固縛対象の選定の考え方については、「4.2 屋外の重大事故等対処設備」に示す。

3.3 防護対策施設

外部事象防護対象施設の損傷防止のために防護措置として設置する施設を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

- ・建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構（一部、防護鋼板を含む。））
- ・建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート））
- ・竜巻防護扉
- ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板（防護鋼板及び架構）
- ・非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板（防護鋼板及び架構）
- ・原子炉補機冷却海水系配管防護壁（防護鋼板及び架構）

- ・換気空調系ダクト防護壁（防護鋼板及び架構）

3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設の機能に、機械的影響、機能的影響及び二次的影響の観点から、波及的影響を及ぼす可能性がある施設を抽出する。

(1) 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に機械的影響を及ぼす可能性がある施設として、外部事象防護対象施設を内包する施設に隣接し、外部事象防護対象施設を内包する施設との接触により、外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある外部事象防護対象施設を内包しない施設及び倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設を竜巻の影響を考慮する施設として抽出する。

倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設としては、施設高さが低い施設は倒壊しても外部事象防護対象施設に影響を与えないため、当該施設の高さと、外部事象防護対象施設までの最短距離を比較することにより選定する。

また、竜巻の風圧力により飛来物となる可能性がある屋外の重大事故等対処設備、資機材等のその他の施設についても機械的影響を及ぼす可能性がある施設として選定する。

a. 外部事象防護対象施設を内包する施設に隣接し外部事象防護対象施設を内包する施設との接触により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に隣接し、外部事象防護対象施設を内包する施設と接触する可能性がある以下の施設を選定する。

- ・サービス建屋（コントロール建屋に隣接する施設）
- ・5号機タービン建屋（タービン建屋近傍の施設）

b. 倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設

倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼす可能性のある以下の施設を選定する。

- ・5号機主排気筒（軽油タンク及び原子炉建屋近傍の施設）

c. その他の施設

その他、竜巻の風圧力により機械的影響を及ぼす可能性があるものとして、以下の施設を選定する。

- ・発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等

飛来した場合に運動エネルギー又は貫通力が設計飛来物より大きく、外部事象防護対象施設に衝突し、損傷させる可能性のある屋外の重大事故等対処設備、資機材等について、固縛等の飛来物発生防止対策を実施する。また、屋外の重大事故等対処設備は、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させる可能性のあるものについても、固縛等の飛来物発生防止対策を実施する。

具体的な固縛対象物については、「4. 竜巻防護のための固縛対象物の選定」に示す。

(2) 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設のうち、機能的影響を及ぼす可能性がある施設として、外部事象防護対象施設の屋外の付属設備を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

a. 外部事象防護対象施設の屋外の付属設備

外気と繋がっており、竜巻の風圧力及び気圧差による影響を受ける可能性があり外部事象防護対象施設の付属配管である以下の施設を選定する。

- ・非常用ディーゼル発電設備排気消音器（非常用ディーゼル発電設備の付属設備）
- ・非常用ディーゼル発電設備排気管（非常用ディーゼル発電設備の付属設備）
- ・ミスト管（燃料ディタンク，非常用ディーゼル発電設備機関本体，潤滑油補給タンク，燃料油ドレンタンク）（非常用ディーゼル発電設備の付属設備）

(3) 二次的影響を及ぼす可能性がある施設

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設のうち、二次的影響を及ぼす可能性がある施設として、火災を考慮する施設，溢水を考慮する施設及び外部電源喪失事象を考慮する施設を，竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

なお，6号機軽油タンクについては，外部事象防護対象施設として選定していることから，本項目では選定しない。

a. 火災を考慮する施設

- ・変圧器
- ・5号機及び7号機軽油タンク
- ・第一ガスタービン発電機用燃料タンク

b. 溢水を考慮する施設

- ・純水タンク
- ・ろ過水タンク
- ・非放射性ストームドレン収集タンク

c. 外部電源喪失事象を考慮する施設

- ・送電線等

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設の選定フローを図 3-2 に示す。

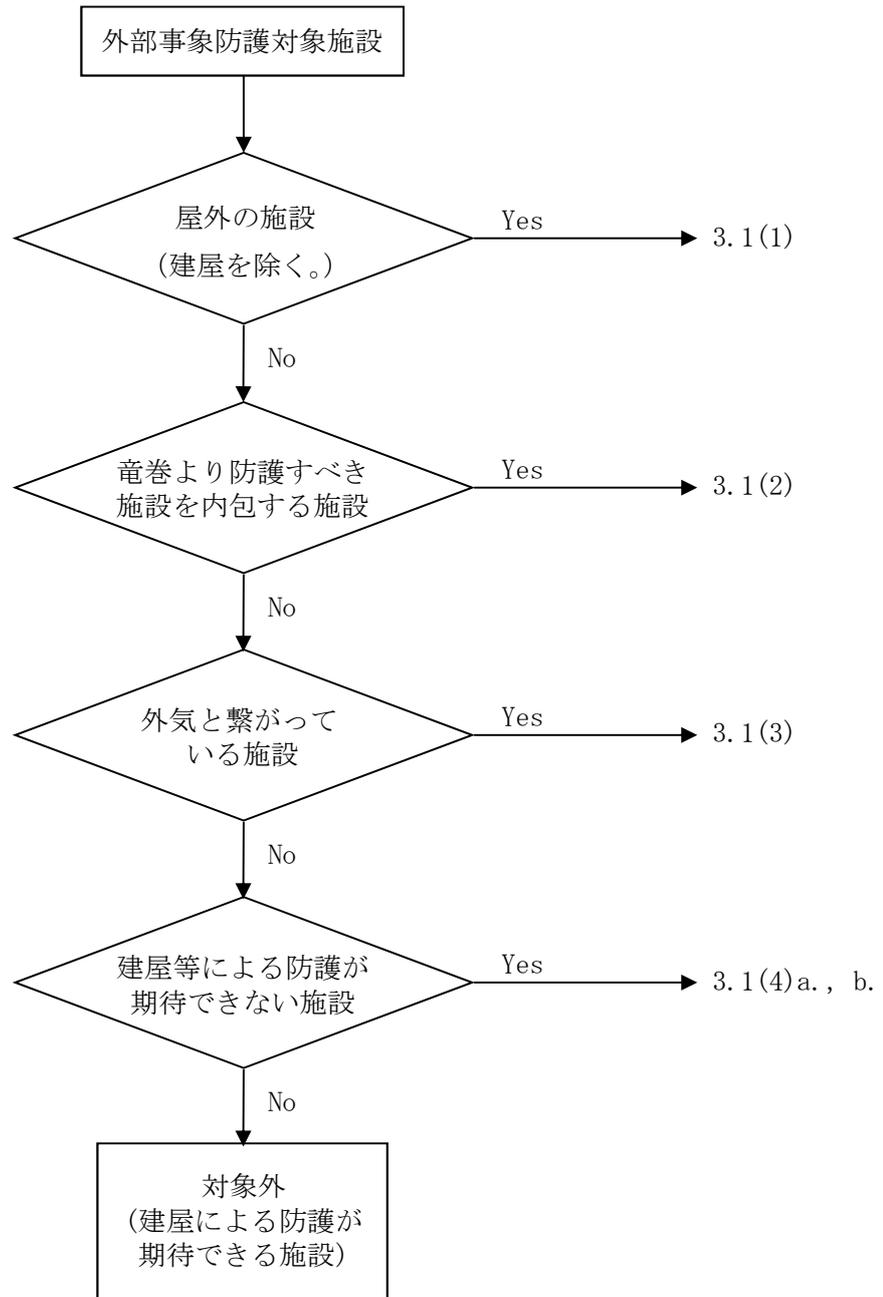


図 3-1 外部事象防護対象施設のうち竜巻の影響を考慮する施設の選定フロー

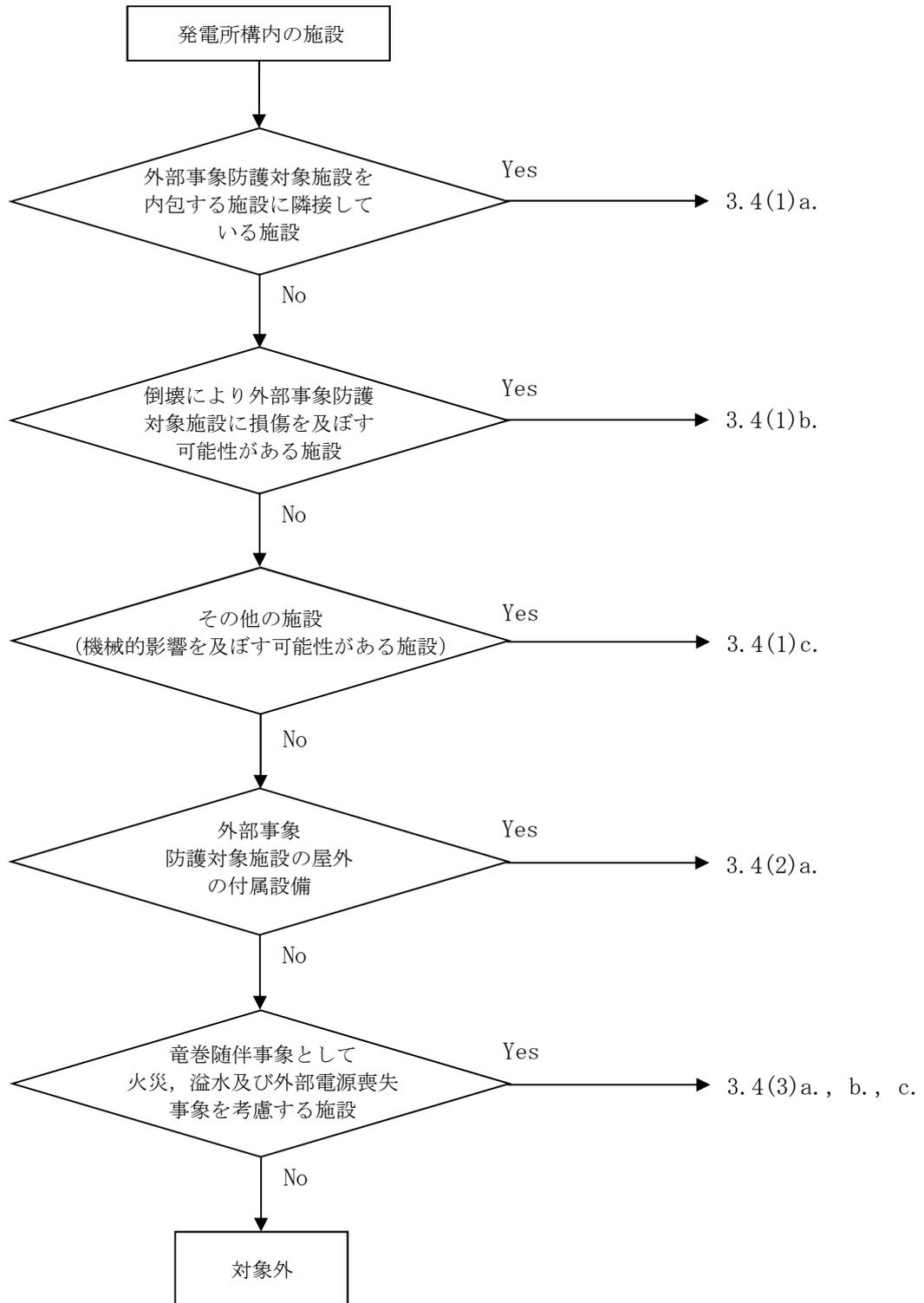


図 3-2 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設の選定フロー

4. 竜巻防護のための固縛対象物の選定

発電所敷地の屋外に保管する資機材等及び屋外の重大事故等対処設備のうち、固縛を実施するものの選定について説明する。

4.1 発電所敷地の屋外に保管する資機材等

4.1.1 発電所における飛来物の調査

柏崎刈羽原子力発電所構内において、竜巻防護の観点から想定すべき飛来物を選定するために現地調査を行い、その結果を基に想定すべき飛来物となりうる資機材等を抽出した。

調査範囲は発電所構内の建物・構築物の外回り、建屋屋上、構内道路、駐車場、資機材等が保管可能な空き地、林道及び山林を調査した。図 4-1 に発電所における現地調査範囲を示す。

また、調査結果について表 4-1 に示す。

4.1.2 固縛対象物の選定

飛来物の調査により抽出した飛来物となり得る資機材等について、資機材等の寸法、質量及び形状より空力パラメータ ($C_D A/m$) を次式により算出する。

$$\frac{C_D \cdot A}{m} = \frac{c(C_{D1} \cdot A_1 + C_{D2} \cdot A_2 + C_{D3} \cdot A_3)}{m}$$

A : 代表面積 (m^2)

c : 係数 (=1/3)

C_D : 抗力係数 (—)

m : 質量 (kg)

出典：東京工芸大学“平成 21～22 年度原子力安全基盤調査研究（平成 22 年度）竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究”，独立行政法人原子力安全基盤機構委託研究成果報告書，平成 23 年 2 月

代表面積 A (m^2) は、想定すべき飛来物の形状に応じて直方体又は円柱に置換した各面の面積を表し、資機材等の形状に応じて適切に選定する。また、抗力係数 C_D は、想定すべき飛来物の形状に応じた係数として、表 4-2 及び図 4-2 に示す $C_{D1} \sim C_{D3}$ を用いる。

算出した空力パラメータを用いて、竜巻による風速場の中での飛来物の軌跡を解析する解析コードの「TONBOS」により、飛来物の速度、飛散距離及び飛散高さを算出する。

また、飛来物の運動エネルギー ($=1/2 \cdot m \cdot V^2$) は飛来物の質量と解析コード「TONBOS」により算出した速度から求める。

さらに、飛来物の貫通力として、飛来物の衝突による貫通が発生する時の部材厚（以下「貫通限界厚さ」という。）を算出する。貫通限界厚さは、コンクリートに対して米国 NRC の基準類に算出式として記載されている修正 NDRC 式 (①) 及び Degen 式 (②)，鋼板に対して「タービンミサイル評価について（昭和 52 年 7 月 20 日 原子炉安全専門審査会）」の中で貫通厚さの算出式に使用されている BRL 式から求める。

<修正NDRC式及びDegen式>

$$\left. \begin{aligned} \frac{X_c}{\alpha_c \cdot d} \leq 2 \quad \text{の場合} \quad \frac{X_c}{d} &= 2 \left\{ \left(\frac{12145}{\sqrt{F_c}} \right) N \cdot d^{0.2} \cdot \frac{M}{d^3} \left(\frac{V}{1000} \right)^{1.8} \right\}^{0.5} \\ \frac{X_c}{\alpha_c \cdot d} \geq 2 \quad \text{の場合} \quad \frac{X_c}{d} &= \left(\frac{12145}{\sqrt{F_c}} \right) N \cdot d^{0.2} \cdot \frac{M}{d^3} \left(\frac{V}{1000} \right)^{1.8} + 1 \end{aligned} \right\} \textcircled{1}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{X_c}{\alpha_c \cdot d} \leq 1.52 \quad \text{の場合} \quad t_p &= \alpha_p \cdot d \left\{ 2.2 \left(\frac{X_c}{\alpha_c \cdot d} \right) - 0.3 \left(\frac{X_c}{\alpha_c \cdot d} \right)^2 \right\} \\ 1.52 \leq \frac{X_c}{\alpha_c \cdot d} \leq 13.42 \quad \text{の場合} \quad t_p &= \alpha_p \cdot d \left\{ 0.69 + 1.29 \left(\frac{X_c}{\alpha_c \cdot d} \right) \right\} \end{aligned} \right\} \textcircled{2}$$

t_p : 貫通限界厚さ (cm)

X_c : 貫入深さ (cm)

F_c : コンクリートの設計基準強度 (固縛対象物の選定では330kgf/cm²とする。)

d : 飛来物の直径 (cm)

(飛来物の衝突面の外形の最小投影面積に等しい円の直径)

M : 飛来物の重量 (kg)

V : 飛来物の最大水平速度 (m/s)

N : 飛来物の先端形状係数 (=1.14)

(保守的な評価となる、非常に鋭い場合の数値を使用)

α_c : 飛来物の低減係数 (=1.0)

α_p : 飛来物の低減係数 (=1.0)

<BRL 式>

$$T^3 = \frac{0.5 \cdot m \cdot v^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^2}$$

T : 貫通限界厚さ (m)

d : 飛来物が衝突する衝突断面の等価直径 (m)

(最も投影面積が小さくなる衝突断面の等価直径)

K : 鋼板の材質に関する係数 (=1.0)

m : 飛来物の質量 (kg)

v : 飛来物の飛来速度 (m/s)

固縛対象物の選定は、設計飛来物の及ぼす影響に包含されているか否かについての観点により、以下の項目を満たすものを抽出する。

[固縛対象物（設計飛来物の及ぼす影響に包含されないもの）の選定]

- ・運動エネルギーが設計飛来物に設定している鋼製足場板の 21kJ（水平方向）又は足場パイプの 8kJ（鉛直方向）より大きいもの。
- ・コンクリートに対する貫通力（貫通限界厚さ）が設計飛来物に設定している鋼製足場板の 12cm（水平方向）又は足場パイプの 10cm（鉛直方向）より大きいもの。
- ・鋼板に対する貫通力（貫通限界厚さ）が設計飛来物に設定している足場パイプの 17mm（水平方向）又は 15mm（鉛直方向）より大きいもの。

設計飛来物の及ぼす影響に包含されない資機材等のうち、外部事象防護対象施設及び防護対策施設までの距離及び障害物の有無を考慮し、離隔（退避含む）の対策を講じることができない資機材等は外部事象防護対象施設及び防護対策施設に波及的影響を及ぼす可能性があることから固定又は固縛する。

なお、評価に用いた解析コード「TONBOS」の検証、妥当性確認等の概要については、別紙1「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

固縛対象物の選定フローを図4-3に示す。

4.2 屋外の重大事故等対処設備

屋外の重大事故等対処設備のうち、固縛を必要とする重大事故等対処設備（以下「固縛対象設備」という。）は、設計竜巻により飛散し、外部事象防護対象施設に影響を及ぼす可能性を考慮して選定する。また、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷させる可能性を考慮して固縛の必要性を確認する。

資機材等に対する固縛の要否確認と同様に、解析コードの「TONBOS」により、屋外の重大事故等対処設備が飛散した時の速度、飛散距離及び飛散高さを算出する。算出された速度などから設計飛来物の及ぼす影響への包含性を確認する。設計飛来物に包含されない重大事故等対処設備のうち、外部事象防護対象施設及び防護対策施設までの距離及び障害物の有無を考慮し、離隔（退避含む）の対策を講じることができない重大事故等対処設備は外部事象防護対象施設に影響を及ぼす可能性があることから固縛する。

また、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備までの距離及び障害物の有無を考慮し、離隔（退避含む）の対策を講じることができない場合は損傷させる可能性があることから固縛する。

固縛対象設備を表 4-3 に示す。

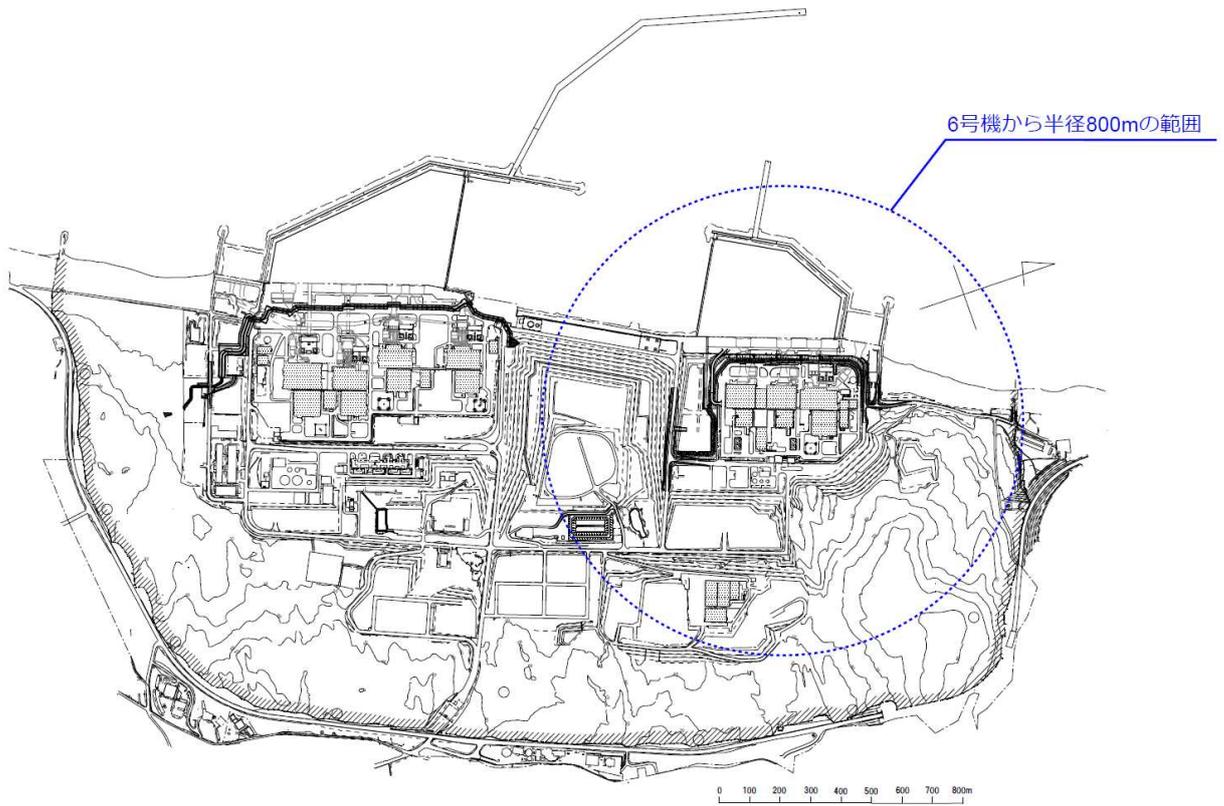


図4-1 発電所における現地調査範囲*

注記* : 6号機原子炉建屋中心を起点とした半径800mを調査範囲とした。

表4-1 発電所における竜巻防護の観点から想定すべき主な飛来物の一覧表

棒状	板状	塊状
電柱	マンホール蓋	鋼製ボビン
コンクリート柱	グレーチング	クレーンウェイト (5t)
鉄骨	トレーラー荷台	発電機 (大)
(ガイド) 鋼製材*	クレーンウェイト (2t)	コンクリートブロック
角型鋼管 (小, 大)	(ガイド) コンクリート板*	砂利
鋼材	コンクリート板	発電機 (小)
(ガイド) 鋼製パイプ*	鋼矢板	乗用車
鋼製車止め	鋼製架台	(ガイド) トラック*
ガスボンベ	敷鉄板 (薄, 厚)	トラック
代替原子炉補機冷却系	クレーンウェイト (250kg, 500kg)	消防車
材木	鋼製看板	電源車
仮設足場パイプ (4m)	仮設分電盤	バス
仮設足場パイプ (2m)	屋根材 (ALC板)	ドラム缶
屋根材 (鋼板)	外壁 (セメント板)	クレーン車
雨樋	ブローアウトパネル	ホイールローダ
	扉	プレハブ小屋
	仮設足場板 (鋼製)	仮設小屋
	シャッター	(ガイド) コンテナボックス*
	外壁 (鋼板)	鋼製タンク
	仮設足場板 (アルミ)	フォークリフト
		木製ボビン
		軽乗用車
		産廃コンテナ
		自動販売機
		空調室外機
		照明器具

注記* : 竜巻影響評価ガイドにおいてサイズ及び質量が記載されている物品

表4-2 飛来物の抗力係数

飛来物形状	c	C_{D1}	C_{D2}	C_{D3}
塊状物体	1/3	2.0	2.0	2.0
板状物体	1/3	1.2	1.2	2.0
棒状物体	1/3	2.0	0.7 (円形断面) 1.2 (矩形断面)	0.7 (円形断面) 1.2 (矩形断面)

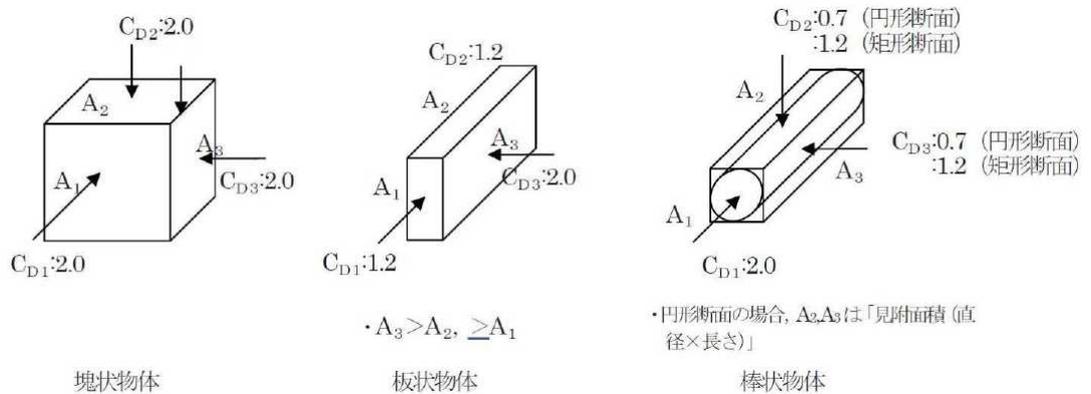


図4-2 飛来物形状と受圧面積，抗力係数の関係

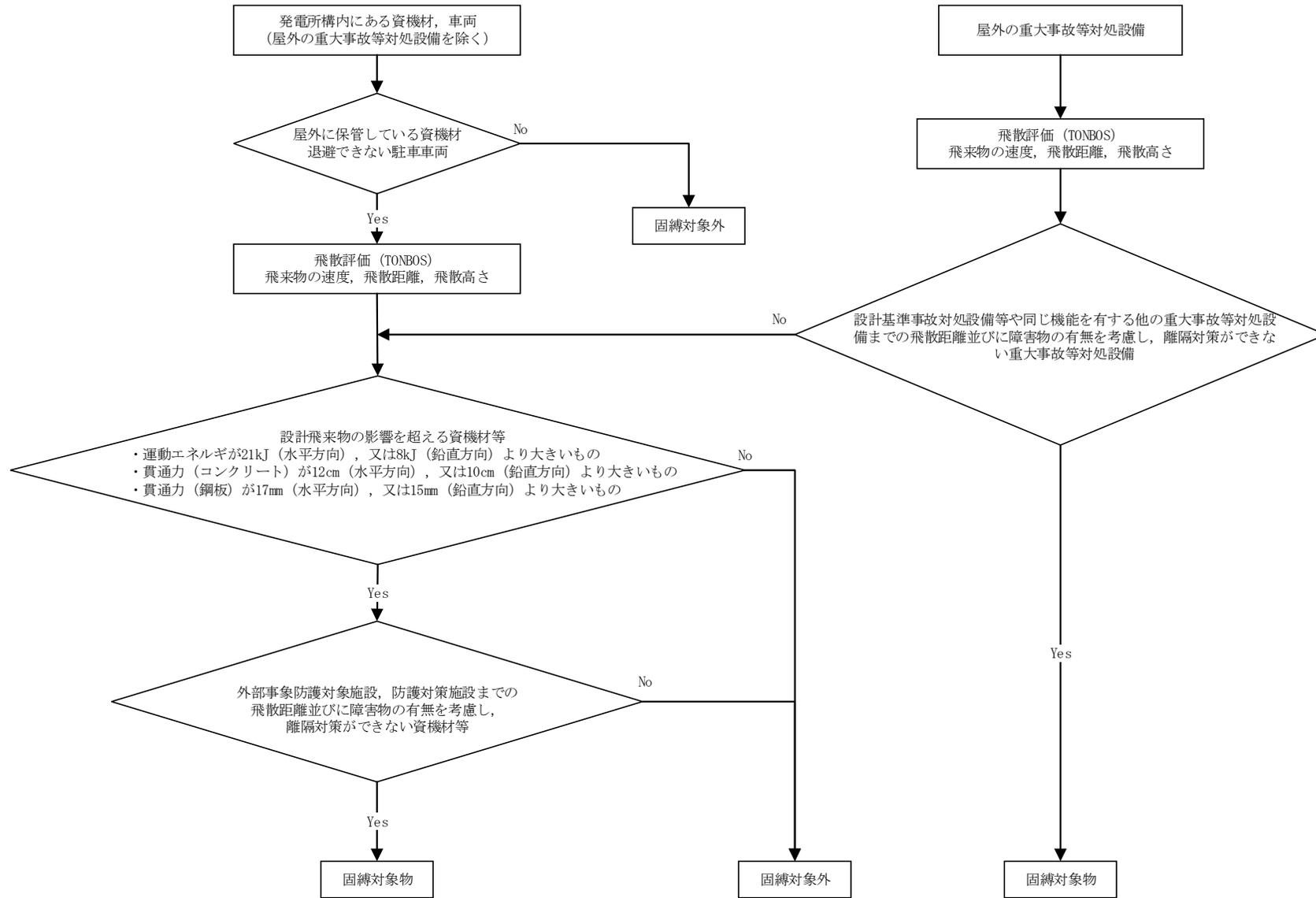


図 4-3 固縛対象物の選定フロー

表4-3 屋外の重大事故等対処設備のうち固縛を必要とする固縛対象設備一覧

固縛対象設備	設備区分
可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可搬
タンクローリ (4kL) (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可搬

VI-1-1-3-3-3 竜巻防護に関する施設的设计方針

目 次

1. 概要	1
2. 設計の基本方針	1
3. 要求機能及び性能目標	3
3.1 外部事象防護対象施設	3
3.2 重大事故等対処設備	8
3.3 防護対策施設	9
3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設	13
4. 機能設計	18
4.1 外部事象防護対象施設	18
4.2 重大事故等対処設備	20
4.3 防護対策施設	20
4.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設	23

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」及びVI-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」に基づき、竜巻防護に関する施設の施設分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各施設分類の機能設計及び構造強度設計に関する設計方針について説明するものである。

2. 設計の基本方針

発電所に影響を与える可能性がある竜巻の発生により、VI-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」にて設定している竜巻より防護すべき施設が、その安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないようにするため、竜巻の影響を考慮する施設の設計を行う。竜巻の影響を考慮する施設は、VI-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」にて設定している設計竜巻に対して、その機能が維持できる設計とする。

竜巻の影響を考慮する施設の設計に当たっては、VI-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」にて設定している竜巻防護設計の目的及びVI-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」にて選定している施設の分類を踏まえて、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設ごとに機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を定める。

竜巻の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するため、施設分類ごとに各機能の設計方針を示す。

竜巻の影響を考慮する施設の設計フローを図2-1に示す。

竜巻の影響を考慮する施設が構造強度設計上の性能目標を達成するための施設ごとの構造強度の設計方針等については、VI-3「強度に関する説明書」のうち別添1「竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」に示すこととし、竜巻防護ネット等の防護対策施設を除く竜巻の影響を考慮する施設の強度計算の方針を別添1-1「竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に、防護対策施設の強度計算の方針を別添1-2「防護対策施設の強度計算の方針」に示す。また、屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針を別添1-3「固縛装置の強度計算の方針」に示す。

また、竜巻防護措置として設置する防護対策施設については、外部事象防護対象施設への地震による波及的影響を防止する設計としている。耐震計算の方針、方法及び結果については、VI-2「耐震性に関する説明書」に示す。

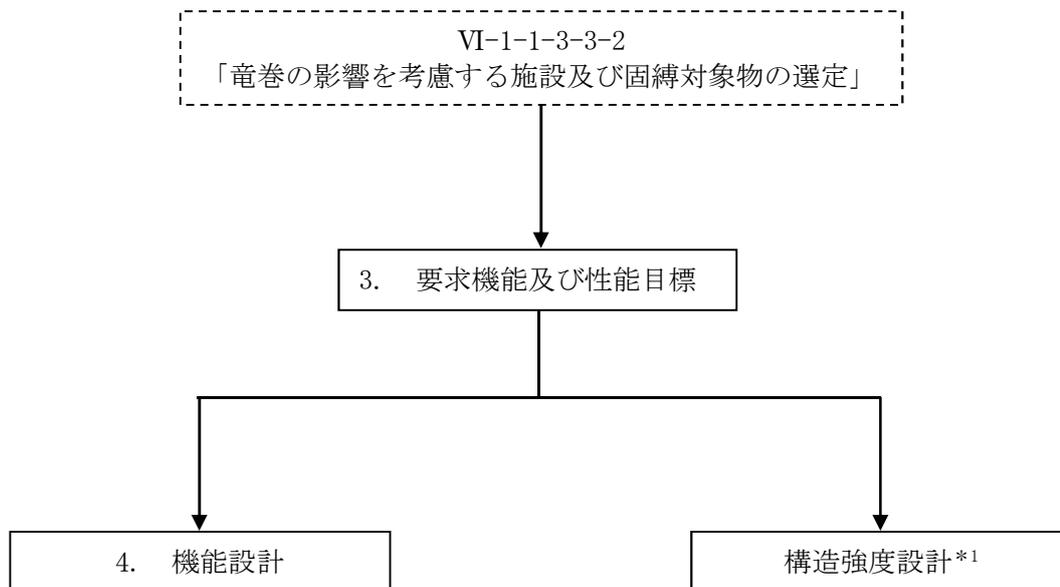


図 2-1 施設的设计フロー*2

注記*1 : VI-3「強度に関する説明書」のうち別添 1「竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」に示す。

*2 : フロー中の番号は本資料での記載箇所の章を示す。

3. 要求機能及び性能目標

竜巻防護対策を実施する目的として、VI-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」において、発電所に影響を与える可能性がある竜巻の発生に伴い、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないこと及び重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないこととしている。また、施設の分類については、VI-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」において、外部事象防護対象施設、重大事故等対処設備、防護対策施設及び外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設に分類している。これらを踏まえ、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設分類ごとの要求機能を踏まえた施設ごとの機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を設定する。

3.1 外部事象防護対象施設

(1) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

a. 施設

- (a) 軽油タンク
- (b) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- (c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁
- (d) 主排気筒
- (e) 非常用ガス処理系排気管

b. 要求機能

屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、施設の安全機能を損なわないことが要求される。

c. 性能目標

屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）のうち、設計飛来物に対して、構造強度により安全機能を維持できない非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁は、設計飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として防護対策施設である非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板（防護鋼板及び架構）及び非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板（防護鋼板及び架構）を設置する。

なお、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁は、防護対策施設を設置することにより、設計飛来物の衝突に加え設計竜巻の風圧力及び気圧差についても防護されることから、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管及び弁に対して設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突は考慮しない。

防護対策施設については、「3.3 防護対策施設」に記載する。

また、屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）のうち、設計飛来物に対して、貫通

により放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮蔽及び放出低減機能並びに放射性物質放出の防止機能を喪失する可能性がある，主排気筒及び非常用ガス処理系排気管は，運転管理等の運用上の措置により速やかに機能を復帰する運用とする。

なお，主排気筒は，倒壊により他の外部事象防護対象施設に機械的な波及的影響を及ぼす可能性があることから，設計竜巻の風圧力を考慮する。設計竜巻の気圧差については，外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

非常用ガス処理系排気管は，主排気筒内に設置されていることから，設計竜巻の風圧力は考慮しない。設計竜巻の気圧差については，外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

主排気筒については，「3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設」に記載する。

(a) 軽油タンク

軽油タンクは，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，非常用所内母線へ7日間の電源供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

軽油タンクは，設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し，屋外の軽油タンクエリアに設けたコンクリート基礎に本体を基礎ボルトで固定し，主要な構造部材が非常用所内母線へ7日間の電源供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

また，軽油タンクは，設計飛来物による衝撃荷重に対し，有意な変形を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお，設計竜巻による砂等の粒子状の飛来物による目詰まり及び閉塞については，開口部である通気口は下向き構造であり侵入し難いことから施設への影響はない。

(2) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

a. 施設

- (a) 原子炉建屋
- (b) タービン建屋海水熱交換器区域
- (c) コントロール建屋
- (d) 廃棄物処理建屋

b. 要求機能

竜巻より防護すべき施設を内包する原子炉建屋，タービン建屋海水熱交換器区域，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止し，また，竜巻より防護すべき施設に必要な機能を損なわないことが要求される。

c. 性能目標

- (a) 原子炉建屋，タービン建屋海水熱交換器区域，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋
原子炉建屋，タービン建屋海水熱交換器区域，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止可能なものとし，竜巻より防護すべき施設として必要な機能を損なわないよう，波及的影響を与えないものとするを機能設計上の性能目標とする。

原子炉建屋，タービン建屋海水熱交換器区域，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋は，設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し，竜巻より防護すべき施設を内包する施設の倒壊が生じない設計とし，設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止するために，設計飛来物が竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外壳を構成する部材を貫通せず，また，竜巻より防護すべき施設に波及的影響を与えないために，竜巻より防護すべき施設を内包する施設の外壳を構成する部材自体の転倒及び脱落が生じない設計とすることを，構造強度設計上の性能目標とする。

なお，タービン建屋の海水熱交換器区域以外の区域が海水熱交換器区域に与える波及的影響については，タービン建屋の質点系モデルに海水熱交換器区域以外の区域を含めて評価を行う。

(3) 外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設

a. 施設

- (a) 非常用ディーゼル発電設備吸気配管
(b) ダンパ（換気空調系）
(c) 角ダクト（換気空調系）及び丸ダクト（換気空調系）
(d) バタフライ弁（換気空調系）
(e) ファン（換気空調系）

b. 要求機能

外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，施設の安全機能を損なわないことが要求される。

c. 性能目標

外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設は，設計竜巻の風圧力については，建屋により防護されることから考慮しない。また，設計竜巻による設計飛来物による衝突については，外部事象防護対象施設の機能喪失に至る可能性のある飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として，防護対策施設である建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構（一部，防護鋼板を含む。)), 建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート)), 竜巻防護扉及び換気空調系ダクト防護壁（防

護鋼板及び架構)を設置する。

なお、設計竜巻による防護ネットを通過する砂利等の極小飛来物による衝突については、施設に有意な影響を及ぼす貫通は生じず、また衝突は瞬間的で衝突時間が極めて短いため施設に有意な影響を及ぼす荷重は生じないことから考慮しない。また、砂等の粒子状の飛来物による目詰まり及び閉塞については、外気取入口にバグフィルタが設置されていることから施設への影響はない。

防護対策施設については、「3.3 防護対策施設」に記載する。

(a) 非常用ディーゼル発電設備吸気配管

外気と繋がっている非常用ディーゼル発電設備吸気配管は、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、非常用ディーゼル発電設備吸気配管が吸気機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている非常用ディーゼル発電設備吸気配管は、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、原子炉建屋の壁面等にサポートで支持し、主要な構造部材が流路を確保する機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(b) ダンパ (換気空調系)

外気と繋がっている換気空調系のダンパは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている換気空調系のダンパは、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、換気空調系のダクトに固定し、開閉可能な機能及び閉止性の維持を考慮して主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(c) 角ダクト (換気空調系) 及び丸ダクト (換気空調系)

外気と繋がっている換気空調系の角ダクト及び丸ダクトは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている換気空調系の角ダクト及び丸ダクトは、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋の壁面等にサポートで支持し、主要な構造部材が流路を確保する機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(d) バタフライ弁 (換気空調系)

外気と繋がっている換気空調系のバタフライ弁は、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持することを機能設計上の性能目

標とする。

外気と繋がっている換気空調系のバタフライ弁は、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、換気空調系のダクトに固定し、開閉可能な機能及び閉止性の維持を考慮して主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(e) ファン（換気空調系）

外気と繋がっている換気空調系のファンは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外気と繋がっている換気空調系のファンは、設計竜巻の気圧差による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋の床面等の基礎に固定し、主要な構造部材が非常用電気品区域、非常用ディーゼル発電機、中央制御室（「7号機設備、6,7号機共用、7号機に設置」（以下同じ。）、コントロール建屋計測制御電源盤区域及び海水熱交換器区域の冷却に必要な風量を送風する機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(4) 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設

a. 施設

- (a) 非常用ディーゼル発電設備（発電機、ディーゼル機関、始動用空気系、冷却水系）
- (b) 非常用所内電源系設備
- (c) 非常用換気空調系（非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）、中央制御室換気空調系、コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系、海水熱交換器区域換気空調系）設備
- (d) 原子炉補機冷却水系配管及び原子炉補機冷却海水系配管
- (e) 使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）、燃料プール注入ライン逆止弁、原子炉ウェル、燃料取替機、原子炉建屋クレーン

b. 要求機能

建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、施設の安全機能を損なわないことが要求される。

c. 性能目標

非常用ディーゼル発電設備、非常用所内電源系設備、非常用換気空調系設備、原子炉補機冷却水系配管、原子炉補機冷却海水系配管及び使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）は、設計竜巻の風圧力及び気圧差に対し、建屋によって防護可能であるが、建屋の構造部材の一部である扉及び開口部については設計飛来物の衝突に対し、防護機能

は期待できない。これらの施設は、設計飛来物の衝突に対して構造強度により安全機能を維持できないことから、設計飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構（一部、防護鋼板を含む。）、建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート）、竜巻防護扉、原子炉補機冷却海水系配管防護壁（防護鋼板及び架構）及び換気空調系ダクト防護壁（防護鋼板及び架構）を設置する。

使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）、燃料プール注入ライン逆止弁、原子炉ウエルは、設計竜巻による気圧低下により、燃料取替床ブローアウトパネルが開放され、原子炉建屋の外壁に開口部が発生することにより、設計飛来物の衝突に対し、防護機能は期待できない。使用済燃料貯蔵プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。）、燃料プール注入ライン逆止弁、原子炉ウエルは、設計飛来物の衝突に対して構造強度により安全機能を維持できないことから、設計飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構（一部、防護鋼板を含む。））を設置する。なお、設計竜巻の風圧力については構造的に風圧力の影響を受けないことから考慮せず、気圧差についても、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは、設計竜巻による気圧低下により、燃料取替床ブローアウトパネルが開放され、原子炉建屋の外壁に開口部が発生することにより、設計飛来物の衝突に対し、防護機能は期待できない。燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは、設計飛来物の衝突に対して構造強度により安全機能を維持できないことから、設計飛来物を外部事象防護対象施設に衝突させないことを目的として建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構（一部、防護鋼板を含む。））を設置する。なお、設計竜巻の気圧差については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

防護対策施設については、「3.3 防護対策施設」に記載する。

(a) 燃料取替機及び原子炉建屋クレーン

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、燃料の落下を防止すること及び近傍の外部事象防護対象施設に転倒による影響を及ぼさないことを機能設計上の性能目標とする。

3.2 重大事故等対処設備

(1) 施設

屋外に設置している重大事故等対処設備については、別添 1「屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出」に示す。

(2) 要求機能

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないこと及び設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備が同時に損傷する可能性がある場合には飛来物

とならないことが要求される。

(3) 性能目標

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、位置的分散を考慮した設置又は保管とともに、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷する可能性がある場合には、浮き上がり又は横滑りを拘束することを機能設計上の性能目標とする。

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、位置的分散を考慮した設置又は保管とすることから、構造強度設計上の性能目標は設定しない。なお、屋外の重大事故等対処設備の浮き上がり又は横滑りを拘束するために設置する固縛装置は、設計竜巻の風圧力による荷重に対し、屋外の重大事故等対処設備が浮き上がり又は横滑りにより設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する他の重大事故等対処設備に衝突し、損傷することを防止するために保管場所又は設置場所に設置することとし、浮き上がり又は横滑りしない機能を維持可能な構造強度を有する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

具体的な位置的分散については、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に示す。

3.3 防護対策施設

(1) 施設

- a. 建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構（一部、防護鋼板を含む。））
- b. 建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート））
- c. 竜巻防護扉
- d. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板（防護鋼板及び架構）
- e. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板（防護鋼板及び架構）
- f. 原子炉補機冷却海水系配管防護壁（防護鋼板及び架構）
- g. 換気空調系ダクト防護壁（防護鋼板及び架構）

(2) 要求機能

防護対策施設は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を損なわないよう、外部事象防護対象施設に設計飛来物が衝突することを防止し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないことが要求される。

(3) 性能目標

- a. 建屋開口部竜巻防護ネット（防護ネット及び架構（一部、防護鋼板を含む。））

建屋開口部竜巻防護ネットは、防護ネット及び架構（一部、防護鋼板を含む。）で構成し、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防

護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち防護ネットは、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、主要な部材が破断せず、たわみが生じても、設計飛来物が外部事象防護対象施設と衝突しないよう捕捉できる設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち架構は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護ネット及び防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

b. 建屋開口部竜巻防護フード（防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート））

建屋開口部竜巻防護フードは、防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート）で構成し、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち架構は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象

防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち防護壁（鉄筋コンクリート）は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護壁（鉄筋コンクリート）を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護壁（鉄筋コンクリート）を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

c. 竜巻防護扉

竜巻防護扉は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

竜巻防護扉は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が竜巻防護扉を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、竜巻防護扉を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

d. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板（防護鋼板及び架構）

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、防護鋼板及び架構で構成し、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板のうち防護鋼板は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板のうち架構は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持

する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

e. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板（防護鋼板及び架構）

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、防護鋼板及び架構で構成し、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板のうち防護鋼板は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板のうち架構は、設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

f. 原子炉補機冷却海水系配管防護壁（防護鋼板及び架構）

原子炉補機冷却海水系配管防護壁は、防護鋼板及び架構で構成し、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

原子炉補機冷却海水系配管防護壁のうち防護鋼板は、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

原子炉補機冷却海水系配管防護壁のうち架構は、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影

響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による風圧力による荷重については、建屋により防護されることから考慮せず、気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

g. 換気空調系ダクト防護壁（防護鋼板及び架構）

換気空調系ダクト防護壁は、防護鋼板及び架構で構成し、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能なものとし、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

換気空調系ダクト防護壁のうち防護鋼板は、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が防護鋼板を構成する主要な構造部材を貫通せず、十分な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、防護鋼板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

換気空調系ダクト防護壁のうち架構は、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、設計飛来物が架構の外殻を構成する主要な構造部材を貫通せず、防護鋼板を支持する機能を維持可能な構造強度を有する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、架構の外殻を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による風圧力による荷重については、建屋により防護されることから考慮せず、気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

3.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

(1) 施設

a. 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

- (a) サービス建屋
- (b) 5号機タービン建屋
- (c) 5号機及び6号機主排気筒
- (d) 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等

b. 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

- (a) 非常用ディーゼル発電設備排気消音器
- (b) 非常用ディーゼル発電設備排気管
- (c) ミスト管（燃料ディタンク、非常用ディーゼル発電設備機関本体、潤滑油補給タンク、燃料油ドレンタンク）

c. 二次的影響を及ぼす可能性がある施設

- (a) 変圧器，5号機軽油タンク，7号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク（火災）
- (b) 純水タンク，ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンク（溢水）
- (c) 送電線等（外部電源喪失）

(2) 要求機能

外部事象防護対象施設は，機械的及び機能的な波及的影響により，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，施設の安全機能を損なわないことが要求される。

また，二次的影響を考慮する施設は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，竜巻随伴事象により外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

(a) サービス建屋

サービス建屋は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，機械的な波及的影響により，竜巻より防護すべき施設の必要な機能を損なわないように，竜巻より防護すべき施設を内包するコントロール建屋へ波及的影響を及ぼさないものとするを機能設計上の性能目標とする。

サービス建屋は，設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し，竜巻より防護すべき施設を内包するコントロール建屋に接触による影響を及ぼさない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(b) 5号機タービン建屋

5号機タービン建屋は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，機械的な波及的影響により，竜巻より防護すべき施設の必要な機能を損なわないように，竜巻より防護すべき施設を内包するタービン建屋海水熱交換器区域へ波及的影響を及ぼさないものとするを機能設計上の性能目標とする。

5号機タービン建屋は，設計竜巻荷重及びその他考慮すべき荷重に対し，竜巻より防護すべき施設を内包するタービン建屋海水熱交換器区域に接触による影響を及ぼさない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(c) 5号機及び6号機主排気筒

5号機及び6号機主排気筒は，設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，機械的な波及的影響により，竜巻より防護すべき施設の必要な機能を損なわないように，軽油タンク，竜巻より防護すべき施設を内包する原子

炉建屋及びコントロール建屋へ波及的影響を及ぼさないものとするを機能設計上の性能目標とする。

5号機及び6号機主排気筒は、設計竜巻の風圧力による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、軽油タンク、竜巻より防護すべき施設を内包する原子炉建屋及びコントロール建屋に倒壊による影響を及ぼさない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

(d) 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等

外部事象防護対象施設は、屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等による機械的な波及的影響により、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないよう、屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等は固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策を実施し、外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼす飛来物とならないことを機能設計上の性能目標とする。

これら重大事故等対処設備、資機材等は固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策により、外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼすような飛来物とならない運用とすることから、構造強度設計上の性能目標は設定しない。

b. 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

(a) 非常用ディーゼル発電設備排気消音器

非常用ディーゼル発電設備排気消音器は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、機能的な波及的影響により、非常用ディーゼル発電機が必要な機能を損なわないように、設計竜巻の風圧力に対し、非常用ディーゼル発電設備排気消音器が排気機能を維持する設計とし、設計飛来物の衝突に対し、非常用ディーゼル発電設備排気消音器が機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧する設計とすることを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備排気消音器は、設計竜巻の風圧力による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、排気機能を維持するために、原子炉建屋屋上面に設けたコンクリート基礎に本体をボルトで固定し、主要な構造部材が排気機能を維持可能な構造強度を有することを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

また、設計竜巻による砂等の粒子状の飛来物による目詰まり及び閉塞については、開口部である排気口は横向き構造であるが、竜巻の通過に要する時間は短時間であり閉塞する量の粒子状の飛来物は侵入し難いことから施設への影響はない。

(b) 非常用ディーゼル発電設備排気管

非常用ディーゼル発電設備排気管は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、

竜巻時及び竜巻通過後においても、機能的な波及的影響により、非常用ディーゼル発電機が必要な機能を損なわないように、設計竜巻の風圧力に対し、非常用ディーゼル発電設備排気管が排気機能を維持する設計とし、設計飛来物の衝突に対し、非常用ディーゼル発電設備排気管が機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧する設計とすることを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備排気管は、設計竜巻の風圧力による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、排気機能を維持するために、サポートによる支持で建屋床面等に固定し、主要な構造部材が排気機能を維持可能な構造強度を有することを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

- (c) ミスト管（燃料ディタンク、非常用ディーゼル発電設備機関本体、潤滑油補給タンク、燃料油ドレンタンク）

ミスト管は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、機能的な波及的影響により、非常用ディーゼル発電機が必要な機能を損なわないように、設計竜巻の風圧力に対し、ミスト管が通気機能を維持する設計とし、設計飛来物の衝突に対し、ミスト管が機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧する設計とすることを機能設計上の性能目標とする。

ミスト管は、設計竜巻の風圧力による荷重及びその他考慮すべき荷重に対し、通気機能を維持するために、サポートによる支持で建屋壁面等に固定し、主要な構造部材が通気機能を維持可能な構造強度を有することを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、設計竜巻による気圧差による荷重については、外気と通じており気圧差は発生しないことから考慮しない。

また、設計竜巻による砂等の粒子状の飛来物による目詰まり及び閉塞については、開口部である通気口は下向き構造であり侵入し難いことから施設への影響はない。

- c. 二次的影響を及ぼす可能性がある施設

- (a) 変圧器、5号機軽油タンク、7号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク（火災）

変圧器、5号機軽油タンク、7号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンクは、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、火災を発生させない又は火災が発生しても他の原因による火災の影響の範囲内に収まることを機能設計上の性能目標とする。

- (b) 純水タンク、ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンク（溢水）

純水タンク、ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンクは、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、溢水を発生させない又は溢水が発生しても他の原因による溢水の影響の範囲内に収まることを

機能設計上の性能目標とする。

(c) 送電線等（外部電源喪失）

送電線等は，設計竜巻の風圧力，気圧差及び設計飛来物の衝突に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，外部電源喪失を発生させない又は外部電源喪失が発生しても代替設備による電源供給ができることを機能設計上の性能目標とする。

4. 機能設計

VI-1-1-3-3-1「竜巻への配慮に関する基本方針」で設定している設計竜巻に対し、「3. 要求機能及び性能目標」で設定している竜巻の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

4.1 外部事象防護対象施設

(1) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

a. 軽油タンクの設計方針

軽油タンクは、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(1)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

軽油タンクは、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、非常用所内母線へ7日間の電源供給が継続できるよう燃料を保有する設計とする。

(2) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設（建屋）

a. 竜巻より防護すべき施設を内包する施設の設計方針

竜巻より防護すべき施設を内包する施設は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(2)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

竜巻より防護すべき施設を内包する施設は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が竜巻より防護すべき施設に衝突することを防止し、また、竜巻より防護すべき施設に波及的影響を与えないために、竜巻より防護すべき施設を建屋内部に設置する設計とする。

(3) 外気と繋がっている屋内の外部事象防護対象施設

a. 非常用ディーゼル発電設備吸気配管の設計方針

非常用ディーゼル発電設備吸気配管は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外気と繋がっている非常用ディーゼル発電設備吸気配管は、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、非常用ディーゼル発電設備吸気配管が吸気機能を維持するために、流路を確保する機能を維持する設計とする。

b. ダンパ（換気空調系）の設計方針

ダンパ（換気空調系）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外気と繋がっている換気空調系のダンパは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持するために、開閉可能な機能及び閉止性を

維持する設計とする。

c. 角ダクト（換気空調系）及び丸ダクト（換気空調系）の設計方針

角ダクト（換気空調系）及び丸ダクト（換気空調系）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために以下の設計方針としている。

外気と繋がっている換気空調系の角ダクト及び丸ダクトは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持するために、流路を確保する機能を維持する設計とする。

d. バタフライ弁（換気空調系）の設計方針

バタフライ弁（換気空調系）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外気と繋がっている換気空調系のバタフライ弁は、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持するために、開閉可能な機能及び閉止性を維持する設計とする。

e. ファン（換気空調系）の設計方針

ファン（換気空調系）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(3)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外気と繋がっている換気空調系のファンは、設計竜巻の気圧差に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、換気空調を行う機能を維持するために、冷却用空気を送風する機能を維持する設計とする。

(4) 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の外部事象防護対象施設

a. 燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの設計方針

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1(4)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは、設計竜巻の風圧力に対し、竜巻襲来予測時には、燃料取扱作業を中止し、外部事象防護対象施設に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用等により、燃料取替床ブローアウトパネル開放状態においても、燃料の落下を防止し、近傍の外部事象防護対象施設に転倒による影響を及ぼさない設計とする。

4.2 重大事故等対処設備

(1) 重大事故等対処設備の設計方針

重大事故等対処設備は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

屋外の重大事故等対処設備は、設計竜巻の風圧力に対し、位置的分散を図るとともに、設計基準事故対処設備等や同じ機能を有する重大事故等対処設備に衝突し、損傷する可能性がある場合に、浮き上がり又は横滑りを拘束するために、固縛する設計とする。

ただし、浮き上がり又は横滑りを拘束する屋外の重大事故等対象設備のうち、地震時の移動等を考慮して地震後の機能を維持する設備は、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう、常時たるみを有する設計とする。なお、たるみを有する固縛のうち、設計竜巻の風圧力に対し機能維持が困難な固縛装置については、竜巻襲来のおそれがある場合に固縛のたるみを巻き取ることで拘束する設計とする。たるみを巻き取る運用については、保安規定に定めて管理する。

4.3 防護対策施設

(1) 建屋開口部竜巻防護ネットの設計方針

建屋開口部竜巻防護ネットは、防護ネット及び架構（一部、防護鋼板を含む。）で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち防護ネットは、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能とするために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の開口部に設置し、設計飛来物が防護ネットに衝突した際に破断せず、設計飛来物を受け止める設計とする。

また、防護ネットは設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、防護ネットがたわんだとしても、外部事象防護対象施設の必要な機能を損なわないように、外部事象防護対象施設に対し一定の離隔を有する設計とする。

防護ネットについては、網目の細かい複数枚のネットを重ねて設置することにより、設計飛来物はネットに衝突し、ネット内側に侵入させない設計とする。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能とするために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の開口部に設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

建屋開口部竜巻防護ネットのうち架構は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護ネット及び防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

(2) 建屋開口部竜巻防護フードの設計方針

建屋開口部竜巻防護フードは、防護鋼板及び架構又は防護壁（鉄筋コンクリート）で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

建屋開口部竜巻防護フードのうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能とするために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の開口部に設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち架構は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

建屋開口部竜巻防護フードのうち防護壁（鉄筋コンクリート）は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止可能とするために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設の開口部に設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

(3) 竜巻防護扉の設計方針

竜巻防護扉は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

竜巻防護扉は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、竜巻より防護すべき施設を内包する施設及び防護対策施設の開口部に設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

(4) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、防護鋼板及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板のうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、外部事象防護対象施設を取り囲むように設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板のうち架構は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

(5) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板の設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、防護鋼板及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板のうち防護鋼板は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、外部事象防護対象施設を取り囲むように設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板のうち架構は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

(6) 原子炉補機冷却海水系配管防護壁の設計方針

原子炉補機冷却海水系配管防護壁は、防護鋼板及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

原子炉補機冷却海水系配管防護壁のうち防護鋼板は、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、外部事象防護対象施設を取り囲むように設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

原子炉補機冷却海水系配管防護壁のうち架構は、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

(7) 換気空調系ダクト防護壁の設計方針

換気空調系ダクト防護壁は、防護鋼板及び架構で構成し、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

換気空調系ダクト防護壁のうち防護鋼板は、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、設計飛来物が外部事象防護対象施設へ衝突することを防止するために、外部事象防護対象施設を取り囲むように設置し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

換気空調系ダクト防護壁のうち架構は、設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部事象防護対象施設が必要な機能を維持するために、防護鋼板を支持し、また、外部事象防護対象に波及的影響を与えない設計とする。

4.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

機械的影響を及ぼす可能性がある施設のうち、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3)a.(c) 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等」については、それぞれ外部事象防護対象施設に機械的影響を及ぼす可能性がある施設のため、機能設計上の設計目標を「(1) 機械的影響を及ぼす可能性がある施設」の「c. 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等の設計方針」に示す。

(1) 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

a. サービス建屋の設計方針

サービス建屋は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

サービス建屋は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、竜巻より防護すべき施設に機械的影響を及ぼさないために、竜巻より防護すべき施設を内包するコントロール建屋に対し一定の離隔を有する設計とする。

b. 5号機タービン建屋の設計方針

5号機タービン建屋は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

5号機タービン建屋は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、竜巻より防護すべき施設に機械的影響を及ぼさないために、竜巻より防護すべき施設を内包するタービン建屋海水熱交換器区域に対し一定の離隔を有する設計とする。

c. 5号機及び6号機主排気筒の設計方針

5号機及び6号機主排気筒は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

5号機及び6号機主排気筒は、設計竜巻の風圧力及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、竜巻より防護すべき施設に機械的影響を及ぼさないために、倒壊しない強度を有する設計とする。

d. 発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等の設計方針

発電所敷地の屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

外部事象防護対象施設は、屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等による機械的な波及的影響により、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないよう、屋外に保管する重大事故等対処設備、資機材等は固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策を実施し、外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼす飛来物とならない設計とする。

これら重大事故等対処設備，資機材等は固縛，固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策により，外部事象防護対象施設の安全機能に影響を及ぼすような飛来物とならない運用とする。

固縛又は固定が必要な重大事故等対処設備，資機材等の選定については，VI-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」に基づき選定する。

(2) 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

a. 非常用ディーゼル発電設備排気消音器の設計方針

非常用ディーゼル発電設備排気消音器は，「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために，以下の設計方針としている。

非常用ディーゼル発電設備排気消音器は，設計竜巻の風圧力に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，排気機能を維持するために，外部事象防護対象施設に接続し，排気を行うための流路を確保する設計とする。また，非常用ディーゼル発電設備排気消音器は，設計飛来物の衝突に対し，貫通により排気機能の一部を喪失する可能性があることから，排気機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧するために，竜巻の通過後において，補修等の対応がとれる配置とし，運転管理等の運用上の措置により速やかに機能を復帰する運用とする。

b. 非常用ディーゼル発電設備排気管の設計方針

非常用ディーゼル発電設備排気管は，「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために，以下の設計方針としている。

非常用ディーゼル発電設備排気管は，設計竜巻の風圧力に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，排気機能を維持するために，外部事象防護対象施設に接続し，屋外への排気を行うための流路を確保する設計とする。また，非常用ディーゼル発電設備排気管は，設計飛来物の衝突に対し，貫通により排気機能の一部を喪失する可能性があることから，排気機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設の安全機能を復旧するために，竜巻の通過後において，補修等の対応がとれる配置とし，運転管理等の運用上の措置により速やかに機能を復帰する運用とする。

c. ミスト管（燃料ディタンク，非常用ディーゼル発電設備機関本体，潤滑油補給タンク，燃料油ドレンタンク）の設計方針

ミスト管は，「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために，以下の設計方針としている。

ミスト管は，設計竜巻の風圧力に対し，竜巻時及び竜巻通過後においても，通気機能を維持するために，外部事象防護対象施設に接続し，通気を行うための流路を確保する設計とする。また，ミスト管は，設計飛来物の衝突に対し，貫通により通気機能の一部を喪失する可能性があることから，通気機能の一部を喪失しても速やかに外部事象防護対象施設

の安全機能を復旧するために、竜巻の通過後において、補修等の対応がとれる配置とし、運転管理等の運用上の措置により速やかに機能を復帰する運用とする。

(3) 二次的影響を及ぼす可能性がある施設

a. 変圧器、5号機軽油タンク、7号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク（火災）の設計方針

変圧器、5号機軽油タンク、7号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンク（火災）は「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

変圧器、5号機軽油タンク、7号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンクは、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、火災を発生させない又は火災が発生しても他の原因による火災の影響の範囲内に収まるように、火災による損傷の防止における想定に包絡される設計とする。

変圧器、5号機軽油タンク、7号機軽油タンク及び第一ガスタービン発電機用燃料タンクに対する火災防護設計については、VI-1-1-3-5「外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

b. 純水タンク、ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンク（溢水）の設計方針

純水タンク、ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンク（溢水）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

純水タンク、ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンクは、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、溢水を発生させない又は溢水が発生しても他の原因による溢水の影響の範囲内に収まるように、溢水による損傷の防止における溢水量の想定に包絡される設計とする。

純水タンク、ろ過水タンク及び非放射性ストームドレン収集タンクに対する溢水防護設計については、VI-1-1-9「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に示す。

c. 送電線等（外部電源喪失）の設計方針

送電線等（外部電源喪失）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

送電線等は、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し、竜巻時及び竜巻通過後においても、外部電源を喪失させない又は外部電源喪失が発生しても代替設備による電源供給ができるように、代替設備として設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物の衝突に対し十分な強度を有する建屋等に非常用ディーゼル発電機を設置する設計とする。

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3

1. はじめに

本資料は、添付書類VI-1-1-3-3-2「竜巻への影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」において使用した計算機プログラム（解析コード）TONBOSについて説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧、解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
VI-1-1-3-3-2	竜巻への影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定	Ver.3

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	TONBOS
使用目的	竜巻により発生する飛来物の速度，飛散距離等の評価
開発機関	一般財団法人 電力中央研究所
開発時期	2013 年
使用したバージョン	Ver. 3
コードの概要	<p>本解析コードは，一般財団法人電力中央研究所にて開発・保守されているプログラムである。</p> <p>空気中の物体が受ける抗力，揚力による運動を計算することで，竜巻による風速場の中での飛来物の軌跡を解析することができる解析コードであり，飛来物の速度，飛散距離，飛散高さ等の算出が実施できる。</p> <p>仮定する風速場は，地面付近の風速場をよく表現できているフジタモデル DBT-77 (DBT:Design Basis Tornado) とする。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>TONBOSは，竜巻により発生する飛来物の速度，飛散距離等の評価に使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動車飛散解析において，フジタスケールの各スケールに対応する被災状況と概ね合致した結果が得られた。 ・パイプ飛散解析において，Grand Gulf 原子力発電所への竜巻襲来事例と概ね合致した結果が得られた。 ・自動車やトラックの飛散解析において，佐呂間竜巻での車両飛散事例と概ね一致した結果を得られた。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードは日本国内の原子力施設で工事計画認可申請に使用されており，十分な実績があるため信頼性がある。 ・本設計及び工事の計画において使用されるバージョンは，他プラントの既工事計画において使用されているも

	<p>のと同じであることを確認している。</p> <ul style="list-style-type: none">• 本解析コードは、竜巻により発生する飛来物の速度、飛散距離、飛散高さ等の評価を目的に開発されたコードであり、使用目的が合致している。• 今回の評価における用途及び適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。
--	--

VI-1-1-3-4 火山への配慮に関する説明書

火山への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

VI-1-1-3-4-1 火山への配慮に関する基本方針

VI-1-1-3-4-2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定

VI-1-1-3-4-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針

VI-1-1-3-4-1 火山への配慮に関する基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 火山防護に関する基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 降下火砕物より防護すべき施設	1
2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性	1
2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針	2
2.2 適用規格	6

1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の火山防護設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

2. 火山防護に関する基本方針

2.1 基本方針

発電用原子炉施設の火山防護設計は、外部事象防護対象施設については想定される火山事象により安全機能を損なうおそれがないこと、重大事故等対処設備については設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、技術基準規則に適合するように設計する。

想定される火山事象は、発電所の運用期間中において発電所の安全機能に影響を及ぼし得るとして設置（変更）許可を受けた「降下火砕物」であり、直接的影響及び間接的影響について考慮する。

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「3.1.1(6) 積雪」で設定している設計に従って、火山事象と同様に施設に堆積する積雪の影響について確認する。確認結果については、本資料に示す。

2.1.1 降下火砕物より防護すべき施設

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設」に示す外部からの衝撃より防護すべき施設を踏まえて、降下火砕物より防護すべき施設は、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性

敷地において考慮する火山事象として、設置（変更）許可を受けた層厚 35cm、粒径 8.0mm 以下、密度 1.5g/cm³（湿潤状態）の降下火砕物を設計条件として設定する。その特性を表 2-1 に示す。なお、粒径が 8.0mm 以上の降下火砕物の影響については、含まれる割合が小さいこと及び粒径が 8.0mm 以上の降下火砕物が少量混入したとしても降下火砕物は砂より硬度が低くもろいため砕けて施設等に損傷を与えることはないことから考慮する必要はない。また、大気中においては水分が混ざることによって凝集する可能性があるが、水中では凝集しない。

表 2-1 設計に用いる降下火砕物特性

層 厚	粒 径	密 度* ¹
35cm	8.0mm 以下	湿潤状態：1.5g/cm ³

注記*1：密度は、構造物への荷重の評価に用いる値であり、乾燥状態の密度は、湿潤状態の密度に包含される。

2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針

降下火砕物の影響を考慮する各施設において、考慮する直接的影響因子が異なることから、降下火砕物の影響について評価を行う施設（以下「降下火砕物の影響を考慮する施設」という。）と影響因子との組合せを行う。

降下火砕物の影響を考慮する施設の選定については、VI-1-1-3-4-2「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」に示す。降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連については、VI-1-1-3-4-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」に示す。

選定した降下火砕物の影響を考慮する施設及び影響因子について、「2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性」にて設定している降下火砕物に対する火山防護設計を実施する。設計はVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、自然現象のうち、地震及び積雪の荷重との組合せを考慮する。地震については、基準地震動S_sの震源と火山とは十分な距離があることから独立事象として扱いそれぞれの頻度が十分小さいこと、火山性地震については火山と敷地とは十分な距離があることから火山性地震とこれに関連する事象による影響はないと判断し、基準地震動S_sとの組合せは考慮しない。ただし、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、火山の影響と独立事象ではあるが、発生頻度が比較的高く規模の小さい地震については降下火砕物による荷重と同時に発生することを想定し、これらの組合せを考慮する。詳細な設計については、VI-1-1-3-4-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」に示す。

(1) 設計方針

a. 構造物への荷重に対する設計方針

屋外に設置し、降下火砕物が堆積しやすい構造を有する外部事象防護対象施設（建屋を除く。）及び防護対策施設は、想定する降下火砕物による荷重、地震及び積雪を考慮した荷重に対し、その安全性を損なうおそれがない設計とする。なお、運用により降下火砕物を適宜除去することから、降下火砕物による荷重については複数回堆積することを想定する。

降下火砕物が堆積しやすい構造を有する降下火砕物より防護すべき施設を内包する施設は、想定する降下火砕物による荷重、地震及び積雪を考慮した荷重に対し、施設に内包される降下火砕物より防護すべき施設の必要な機能を損なうおそれがない設計とする。

屋外の重大事故等対処設備は、降下火砕物による荷重により機能を損なわないように、降下火砕物を適宜除去することにより、想定する降下火砕物による荷重に対し、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。

降下火砕物の荷重は湿潤状態の $5149\text{N}/\text{m}^2$ とする。なお、積雪単独の堆積荷重は $4910\text{N}/\text{m}^2$ （設計基準積雪量：167cm（日最深積雪量の平均値：31.1cmを含む。））であるため、積雪の設計は火山の設計に包絡される。

b. 閉塞に対する設計方針

水循環系の閉塞を考慮する施設並びに換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を考慮する施設は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、機能を損なうおそれがないよう閉塞しない設計とする。

c. 摩耗に対する設計方針

水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における摩耗を考慮する施設は、想定する降下火砕物による摩耗に対し、機能を損なうおそれがないよう摩耗しにくい設計とする。

d. 腐食に対する設計方針

構造物、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における腐食を考慮する施設は、想定する降下火砕物による腐食に対し、機能を損なうおそれがないよう腐食しにくい設計とする。

屋外の重大事故等対処設備は、降下火砕物を適宜除去することにより、想定する降下火砕物による腐食に対し、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう腐食しにくい設計とする。

e. 発電所周辺の大気汚染に対する設計方針

発電所周辺の大気汚染を考慮する施設は、想定する降下火砕物による大気汚染に対し、機能を損なうおそれがないよう降下火砕物が侵入しにくい設計とする。

f. 絶縁低下に対する設計方針

絶縁低下を考慮する施設は、想定する降下火砕物による絶縁低下に対し、機能を損なうおそれがないよう降下火砕物が侵入しにくい設計とする。

g. 間接的影響に対する設計方針

間接的影響を考慮する施設は、想定する降下火砕物による間接的影響である長期（7日間）の外部電源喪失、発電所外における交通の途絶及び発電所内における交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、発電用原子炉及び使用済燃料貯蔵プールの安全性を損なわない設計とする。

(2) 荷重の組合せ及び許容限界

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、降下火砕物、地震及び積雪の荷重の組合せを考慮する。

構造物への荷重に対しては、降下火砕物による荷重とその他の荷重の組合せを考慮して構造強度評価を行い、その結果がそれぞれ定める許容限界以下となるよう設計する。

建築基準法における積雪の荷重の考え方に準拠し、降下火砕物の降灰から 30 日以内に降下火砕物を適切に除去すること、また降灰時には除雪も併せて実施することを保安規定に定め管理することで、降下火砕物による荷重を短期に生じる荷重とし、外部事象防護対象施設（建屋を除く。）については、機能設計上の性能目標を満足するようにおおむね弾性状態に留まることを許容限界とする。また、建屋及び防護対策施設については、機能設計上の性能目標を満足するよう、建屋及び防護対策施設を構成する部位ごとに応じた許容限界を設定する。

設計に用いる降下火砕物、地震及び積雪の組合せを考慮した荷重の算出については、VI-3「強度に関する説明書」のうちVI-3-別添 2-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」及びVI-3-別添 2-2「防護対策施設の強度計算の方針」に示す。

a. 荷重の種類

(a) 常時作用する荷重

常時作用する荷重としては、持続的に生じる荷重である自重、積載荷重及び水頭圧を考慮する。

(b) 降下火砕物による荷重

湿潤状態の降下火砕物が堆積した場合の荷重を考慮する。ただし、この荷重は短期荷重とする。

(c) 地震荷重

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、地震荷重を考慮する。ただし、この荷重は短期荷重とする。

(d) 積雪荷重

VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、積雪荷重を考慮する。ただし、この荷重は短期荷重とする。

(e) 運転時の状態で作用する荷重

運転時の状態で作用する荷重としては、ポンプのスラスト荷重等の運転時荷重を考慮する。

b. 荷重の組合せ

- (a) 降下火砕物の影響を考慮する施設における荷重の組合せとしては、設計に用いる常時作用する荷重、降下火砕物による荷重、地震荷重、積雪荷重及び運転時の状態で作用する荷重を適切に考慮する。
- (b) 常時作用する荷重、地震荷重、積雪荷重及び運転時の状態で作用する荷重については、組み合わせることで降下火砕物による荷重の抗力となる場合には、保守的に組み合わせないことを基本とする。
- (c) 設計に用いる降下火砕物による荷重、地震荷重及び積雪荷重については、対象とする施設の設置場所、その他の環境条件によって設定する。

c. 許容限界

降下火砕物による荷重及びその他の荷重に対する許容限界は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987」（日本電気協会）等の安全上適切と認められる規格及び基準等で妥当性が確認されている値を用いて、降下火砕物が堆積する期間を考慮し設定する。

VI-1-1-3-4-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「3.2 影響因子を考慮した施設分類」において選定する構造物への荷重を考慮する施設のうち、外部事象防護対象施設（建屋を除く。）については、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するように、外部事象防護対象施設（建屋を除く。）を構成する材料がおおむね弾性状態に留まることを基本とする。構造物への荷重を考慮する施設のうち、建屋については、内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能に加え原子炉建屋及びコントロール建屋は放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できるよう、建屋を構成する部位ごとに応じた許容限界を設定する。構造物への荷重を考慮する施設のうち、防護対策施設については、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないように波及的影響を与えないよう、防護対策施設を構成する部位ごとに応じた許容限界を設定する。

許容限界の詳細については、VI-3「強度に関する説明書」のうちVI-3-別添 2-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」及びVI-3-別添 2-2「防護対策施設の強度計算の方針」に示す。

2.2 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法及び同施行令
- ・ 新潟県建築基準法施行細則（昭和 35 年 12 月 30 日新潟県規則第 82 号）
- ・ 鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー（日本建築学会，2005 改定）
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー（日本建築学会，1999 改定）
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，2005 制定）
- ・ 建築物荷重指針・同解説（日本建築学会，2004）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1987（日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補-1984（日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版（日本電気協会）
- ・ 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1-2005/2007（日本機械学会）
- ・ 2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所，2015）
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，2010）
- ・ 挿入型鉄筋定着工法「Post-Head-Anchor 工法」（B C J 評定-SS0030-03）（日本建築センター）
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（日本建築学会，2010 年改定）
- ・ 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会）

なお，「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 55 年通商産業省告示第 5 0 1 号，最終改正平成 15 年 7 月 29 日経済産業省告示第 2 7 7 号）に関する内容については，「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版を含む））＜第 I 編 軽水炉規格＞ J S M E S N C 1-2005/2007」（日本機械学会）に従うものとする。

VI-1-1-3-4-2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定

目 次

1. 概要	1
2. 選定の基本方針	1
3. 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定	1
3.1 外部事象防護対象施設	1
3.2 重大事故等対処設備	3
3.3 防護対策施設	3
3.4 間接的影響を考慮する施設	3

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-4-1「火山への配慮に関する基本方針」に示す降下火砕物の影響に対する設計方針を踏まえて、降下火砕物の影響を考慮する施設の選定について説明するものである。

2. 選定の基本方針

降下火砕物の影響を考慮する施設は、その設置状況や構造等により以下のとおり選定する。

降下火砕物より防護すべき施設のうち、外部事象防護対象施設に係る降下火砕物の影響を考慮する施設は以下により選定する。

屋外に設置している外部事象防護対象施設（建屋を除く。）のうち、降下火砕物の影響を受ける可能性のあるものについては、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

屋内に設置している外部事象防護対象施設は、建屋にて防護されており直接降下火砕物とは接触しないため、外部事象防護対象施設の代わりに外部事象防護対象施設を内包する建屋を降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。ただし、降下火砕物を取り込むおそれがある屋内の外部事象防護対象施設については、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

降下火砕物より防護すべき施設のうち、重大事故等対処設備に係る降下火砕物の影響を考慮する施設は以下により選定する。

屋外に設置している重大事故等対処設備は、直接降下火砕物と接触するため、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

屋内に設置している重大事故等対処設備は、建屋にて防護されることから、重大事故等対処設備の代わりに重大事故等対処設備を内包する建屋を降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

外部事象防護対象施設の損傷防止のために防護措置として設置する防護対策施設のうち、屋外に設置している防護対策施設は、降下火砕物が堆積することを考慮し、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

降下火砕物より防護すべき施設に対する降下火砕物の間接的影響を考慮し、発電用原子炉及び使用済燃料貯蔵プールの安全性に間接的に影響を与える可能性がある非常用電源設備を、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

3. 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定

「2. 選定の基本方針」に示す選定方針を踏まえて、降下火砕物の影響を考慮する施設を以下のとおり選定する。

3.1 外部事象防護対象施設

(1) 屋外に設置している外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

屋外に設置している外部事象防護対象施設（建屋を除く。）は、直接降下火砕物の影響を受ける可能性があるため、降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定する。

- a. 軽油タンク（「重大事故等時のみ 6, 7 号機共用」（以下同じ。））
- b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- c. 主排気筒

d. 非常用ガス処理系排気管

(2) 降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋

屋内に設置している降下火砕物より防護すべき施設（外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備）は、建屋にて防護されており直接降下火砕物とは接触しないため、降下火砕物より防護すべき施設の代わりに降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋を、降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定する。

- a. 原子炉建屋（原子炉圧力容器他を内包する建屋）
- b. タービン建屋海水熱交換器区域（原子炉補機冷却海水ポンプ他を内包する建屋）
- c. コントロール建屋（中央制御室他を内包する建屋）
- d. 廃棄物処理建屋（復水貯蔵槽他を内包する建屋）

(3) 降下火砕物を含む海水の流路となる外部事象防護対象施設

降下火砕物を含む海水の流路となる外部事象防護対象施設については、直接降下火砕物の影響を受ける可能性があるため、降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定する。

- a. 原子炉補機冷却海水ポンプ
- b. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ
- c. 取水設備（除塵装置）

(4) 降下火砕物を含む空気の流路となる外部事象防護対象施設

降下火砕物を含む空気の流路となる施設については、直接降下火砕物の影響を受ける可能性があるため、降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定する。

- a. 非常用換気空調系
 - ・非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）
 - ・中央制御室換気空調系（「6,7号機共用」（以下同じ。））
 - ・コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系
 - ・海水熱交換器区域換気空調系
- b. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）

(5) 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する外部事象防護対象施設

屋内に設置している外部事象防護対象施設のうち、屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設については、降下火砕物の影響を受ける可能性があるため、降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定する。

- a. 安全保護系盤

3.2 重大事故等対処設備

屋外に設置している重大事故等対処設備は、直接降下火砕物と接触するため、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

具体的な重大事故等対処設備については、VI-1-1-3-別添1「屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出」に示す。

3.3 防護対策施設

外部事象防護対象施設の損傷防止のために防護措置として設置する防護対策施設のうち、屋外に設置している防護対策施設を、降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定する。

- a. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板
- b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板

3.4 間接的影響を考慮する施設

想定する降下火砕物に対し、発電用原子炉及び使用済燃料貯蔵プールの安全性に間接的に影響を与える可能性がある非常用電源設備を、降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定する。

- a. 非常用ディーゼル発電機
- b. 軽油タンク
- c. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ

VI-1-1-3-4-3 降下火碎物の影響を考慮する施設的设计方針

目 次

1. 概要	1
2. 設計の基本方針	1
3. 施設分類	3
3.1 降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連	3
3.2 影響因子を考慮した施設分類	4
4. 要求機能及び性能目標	8
4.1 構造物への荷重を考慮する施設	8
4.2 水循環系の閉塞を考慮する施設	11
4.3 換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を考慮する施設	12
4.4 水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における摩耗を考慮する施設	13
4.5 構造物、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における腐食を考慮する施設	14
4.6 発電所周辺の大気汚染を考慮する施設	17
4.7 絶縁低下を考慮する施設	18
4.8 間接的影響を考慮する施設	18
5. 機能設計	20
5.1 構造物への荷重を考慮する施設	20
5.2 水循環系の閉塞を考慮する施設	21
5.3 換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を考慮する施設	22
5.4 水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における摩耗を考慮する施設	23
5.5 構造物、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における腐食を考慮する施設	25
5.6 発電所周辺の大気汚染を考慮する施設	29
5.7 絶縁低下を考慮する施設	30
5.8 間接的影響を考慮する施設	30

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-4-1「火山への配慮に関する基本方針」に示す降下火砕物の影響に対する設計方針を踏まえて、降下火砕物の影響を考慮する施設の影響因子との組合せ、施設分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各施設分類の機能設計に関する設計方針について説明するものである。

2. 設計の基本方針

発電所に影響を与える可能性がある火山事象の発生により、VI-1-1-3-4-1「火山への配慮に関する基本方針」にて設定している降下火砕物より防護すべき施設がその安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないようにするため、降下火砕物の影響を考慮する施設の設計を行う。降下火砕物の影響を考慮する施設は、VI-1-1-3-4-1「火山への配慮に関する基本方針」にて設定している降下火砕物に対して、その機能が維持できる設計とする。

降下火砕物の影響を考慮する施設の設計に当たっては、VI-1-1-3-4-2「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」にて選定している施設を踏まえて、影響因子ごとに施設を分類する。その施設分類及びVI-1-1-3-4-1「火山への配慮に関する基本方針」にて設定している火山防護設計の目的を踏まえて、施設分類ごとに要求機能を整理するとともに、施設ごとに機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を定める。

降下火砕物の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するため、施設分類ごとに各機能の設計方針を示す。

なお、降下火砕物の影響を考慮する施設が構造強度設計上の性能目標を達成するための構造強度の設計方針等については、VI-3「強度に関する説明書」のうちVI-3-別添 2-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」及びVI-3-別添 2-2「防護対策施設の強度計算の方針」に示し、強度計算の方法及び結果については、VI-3「強度に関する説明書」のうちVI-3-別添 2-3「軽油タンクの強度計算書」からVI-3-別添 2-9「非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板の強度計算書」に示す。

降下火砕物の影響を考慮する施設の設計フローを図 2-1 に示す。

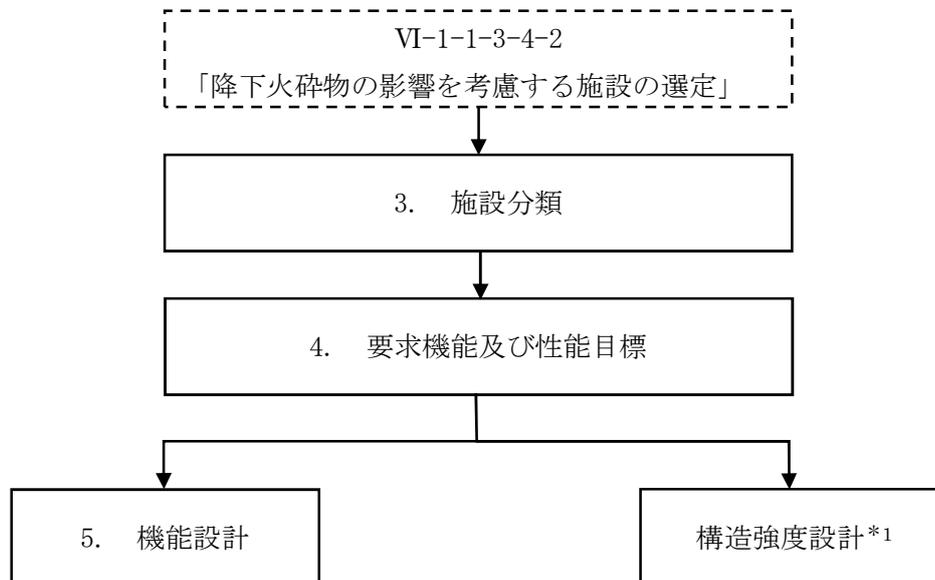


図 2-1 施設の設計フロー*2

注記*1 : VI-3「強度に関する説明書」のうちVI-3-別添2「火山への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」に示す。

*2 : フロー中の番号は本資料での記載箇所の章を示す。

3. 施設分類

VI-1-1-3-4-2「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」で抽出した降下火砕物の影響を考慮する各施設において、考慮する直接的影響因子が異なることから、降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連について整理した上で、直接的影響及び間接的影響に対する各施設分類を以下に示す。

3.1 降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連

設計に考慮すべき直接的影響因子については、降下火砕物の特徴から以下のものが考えられる。

降下火砕物はマグマ噴出時に粉碎、急冷したガラス片、鉱物結晶片からなる粒子であり、堆積による構造物への荷重並びに施設への取り込みによる閉塞及び摩耗が考えられる。また、降下火砕物には亜硫酸ガス、硫化水素及びフッ化水素等の火山ガス成分が付着しているため、施設への接触による腐食及び施設への取り込みによる大気汚染が考えられる。さらに、降下火砕物は水に濡れると酸性を呈し導電性を生じるため、絶縁低下が考えられる。

これらの直接的影響因子を踏まえ、間接的影響を考慮する施設以外の降下火砕物の影響を考慮する施設の形状、機能に応じて、影響因子を設定する。

外部事象防護対象施設のうち、屋外に設置している施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋、並びに防護対策施設については、降下火砕物が堆積しやすい構造を有する場合には荷重による影響を考慮するため、構造物への荷重を影響因子として設定する。

外部事象防護対象施設のうち、降下火砕物を含む海水の流路となる水循環系の施設については、閉塞による影響を考慮するため、水循環系の閉塞を影響因子として設定する。

外部事象防護対象施設のうち、降下火砕物を含む空気の流路となる換気系、電気系及び計測制御系の施設については、閉塞による影響を考慮するため、換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を影響因子として設定する。

外部事象防護対象施設のうち、降下火砕物を含む海水の流路となる水循環系の施設、空気を取り込みかつ摺動部を有する換気系、電気系及び計測制御系の施設については、摩耗による影響を考慮するため、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における摩耗を影響因子として設定する。

外部事象防護対象施設のうち、屋外に設置している施設、外部事象防護対象施設を内包する建屋、降下火砕物を含む海水の流路となる水循環系の施設、降下火砕物を含む空気の流路となる換気系、電気系及び計測制御系の施設、並びに防護対策施設については、腐食による影響を考慮するため、構造物、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における腐食を影響因子として設定する。

中央制御室（「7号機設備、6,7号機共用、7号機に設置」（以下同じ。））については、大気汚染による影響を考慮するため、発電所周辺の大気汚染を影響因子として設定する。

外部事象防護対象施設のうち、空気を取り込む機構を有する安全保護系盤については、絶縁低下による影響を考慮するため、絶縁低下を影響因子として設定する。

設定した影響因子と間接的影響を考慮する施設以外の降下火砕物の影響を考慮する施設との組合せを整理する。

降下火砕物の影響を考慮する施設（屋外の重大事故等対処設備及び間接的影響を考慮する施設を除く。）の特性を踏まえて必要な設計項目を選定した結果を表3-1に示す。

その結果を踏まえ、間接的影響を考慮する施設を含めた施設の分類を「3.2 影響因子を考慮した施設分類」に示す。

屋外に設置又は保管している重大事故等対処設備については、火山事象が重大事故等の起因とならないこと及び重大事故等時に火山事象が発生することは考えにくいいため、設備を使用していない保管時を考慮することとし、閉塞、摩耗、大気汚染及び絶縁低下については降下火砕物の影響を受けず、荷重、腐食については保安規定に降下火砕物を適宜除去することを定め、管理することで、降下火砕物の影響を受けない設計とする。

3.2 影響因子を考慮した施設分類

降下火砕物により直接的影響を考慮する施設及び間接的影響を考慮する施設に対する各施設の分類を以下のとおりとする。

(1) 構造物への荷重を考慮する施設

- a. 軽油タンク
- b. 原子炉建屋
- c. タービン建屋海水熱交換器区域
- d. コントロール建屋
- e. 廃棄物処理建屋
- f. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板
- g. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板

(2) 水循環系の閉塞を考慮する施設

- a. 原子炉補機冷却海水ポンプ
- b. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ
- c. 取水設備（除塵装置）

(3) 換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を考慮する施設

- a. 軽油タンク
- b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- c. 非常用換気空調系
 - ・非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）
 - ・中央制御室換気空調系
 - ・コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系
 - ・海水熱交換器区域換気空調系
- d. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）
- e. 主排気筒
- f. 非常用ガス処理系排気管

- (4) 水循環系，換気系，電気系及び計測制御系における摩耗を考慮する施設
- a. 軽油タンク
 - b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
 - c. 原子炉補機冷却海水ポンプ
 - d. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ
 - e. 取水設備（除塵装置）
 - f. 非常用換気空調系
 - ・非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）
 - ・中央制御室換気空調系
 - ・コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系
 - ・海水熱交換器区域換気空調系
 - g. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）
- (5) 構造物，水循環系，換気系，電気系及び計測制御系における腐食を考慮する施設
- a. 軽油タンク
 - b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
 - c. 原子炉建屋
 - d. タービン建屋海水熱交換器区域
 - e. コントロール建屋
 - f. 廃棄物処理建屋
 - g. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板
 - h. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板
 - i. 原子炉補機冷却海水ポンプ
 - j. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ
 - k. 取水設備（除塵装置）
 - l. 非常用換気空調系
 - ・非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）
 - ・中央制御室換気空調系
 - ・コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系
 - ・海水熱交換器区域換気空調系
 - m. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）
 - n. 主排気筒
 - o. 非常用ガス処理系排気管

(6) 発電所周辺の大気汚染を考慮する施設

- a. 非常用換気空調系
 - ・ 中央制御室換気空調系

(7) 絶縁低下を考慮する施設

- a. 安全保護系盤

(8) 間接的影響を考慮する施設

- a. 非常用ディーゼル発電機
- b. 軽油タンク
- c. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ

表 3-1 降下火砕物の影響を考慮する施設（屋外の重大事故等対処設備及び間接的影響を考慮する施設を除く。）と影響因子の組合せ

影響因子 降下火砕物の 影響を考慮する施設	直接的影響の要因						
	構造物への 荷重	水循環系の 閉塞	換気系、電気 系及び計測制 御系における 閉塞	水循環系、 換気系、電気 系及び計測制 御系における 摩耗	構造物、水循 環系、換気 系、電気系及 び計測制御系 における腐食	発電所周辺の 大気汚染	絶縁 低下
軽油タンク	○	— ②	○	○	○	— ②	— ②
非常用ディーゼル発電設備燃料 移送ポンプ	— ①	— ②	○ (電動機)	○	○	— ②	— ②
主排気筒 非常用ガス処理系排気管	— ①	— ②	○	— ②	○	— ②	— ②
原子炉建屋 タービン建屋海水熱交換器区域 コントロール建屋 廃棄物処理建屋	○	— ②	— ②	— ②	○	— ②	— ②
非常用ディーゼル発電設備燃料移 送ポンプ防護板 非常用ディーゼル発電設備燃料移 送配管防護板	○	— ②	— ②	— ②	○	— ②	— ②
原子炉補機冷却海水ポンプ	— ①	○ (ポンプ)	— ②	○ (ポンプ)	○ (ポンプ)	— ②	— ②
原子炉補機冷却海水系ストレーナ	— ①	○	— ②	○	○	— ②	— ②
取水設備（除塵装置）	— ②	○	— ②	○	○	— ②	— ②
非常用換気空調系	— ①	— ②	○	○	○	○	— ②
非常用ディーゼル発電機 (非常用ディーゼル発電設備吸気 系含む。)	— ①	— ②	○	○	○	— ②	— ②
安全保護系盤	— ①	— ②	— ②	— ②	— ②	— ②	○

○：影響因子に対する個別評価を実施

個別評価を実施しない理由：①荷重の影響を受けにくい構造

—：影響因子に対する個別評価不要

②影響因子と直接関連しない

4. 要求機能及び性能目標

火山事象の発生に伴い、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないよう、また、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう火山防護設計を行う施設を「3. 施設分類」において、構造物への荷重を考慮する施設、水循環系の閉塞を考慮する施設、換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を考慮する施設、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における摩耗を考慮する施設、構造物、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における腐食を考慮する施設、発電所周辺の大気汚染を考慮する施設、絶縁低下を考慮する施設並びに間接的影響を考慮する施設に分類している。これらを踏まえ、施設分類ごとに要求機能を整理するとともに、機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を設定する。

4.1 構造物への荷重を考慮する施設

(1) 施設

外部事象防護対象施設（建屋を除く。）、建屋及び防護対策施設に分類する。

a. 外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

(a) 軽油タンク

b. 建屋

(a) 原子炉建屋

(b) タービン建屋海水熱交換器区域

(c) コントロール建屋

(d) 廃棄物処理建屋

c. 防護対策施設

(a) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板

(b) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板

(2) 要求機能

a. 外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

構造物への荷重を考慮する施設のうち、外部事象防護対象施設（建屋を除く。）は、想定する降下火砕物による荷重に対し、地震及び積雪の荷重を考慮した場合においても、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

b. 建屋

構造物への荷重を考慮する施設のうち、建屋は、想定する降下火砕物による荷重に対し、地震及び積雪の荷重を考慮した場合においても、降下火砕物より防護すべき施設が要求される機能を損なうおそれがないよう、建屋に内包する降下火砕物より防護すべき施設に降下火砕物による荷重が作用することを防止することが要求される。また、原子炉建屋及び

コントロール建屋については、上記に加え、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能に影響を与えないことが要求される。

c. 防護対策施設

構造物への荷重を考慮する施設のうち、防護対策施設は、想定する降下火砕物による荷重に対し、地震及び積雪の荷重を考慮した場合においても、外部事象防護対象施設が要求される機能を損なうおそれがないよう、防護対策施設を設置する外部事象防護対象施設に降下火砕物による荷重が作用することを防止し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

(a) 軽油タンク

軽油タンクは、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

軽油タンクは、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、軽油タンクのコンクリート基礎に基礎ボルトで固定し、軽油タンクの主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

b. 建屋

(a) 原子炉建屋

原子炉建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能並びに建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

原子炉建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、建屋全体及び建屋の主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(b) タービン建屋海水熱交換器区域

タービン建屋海水熱交換器区域は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

タービン建屋海水熱交換器区域は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、建屋全体及び建屋の主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

なお、タービン建屋の海水熱交換器区域以外の区域が海水熱交換器区域に与える波及的影響については、タービン建屋の質点系モデルに海水熱交換器区域以外の区域を含めて評価を行う。

(c) コントロール建屋

コントロール建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能並びに建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

コントロール建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、建屋全体及び建屋の主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(d) 廃棄物処理建屋

廃棄物処理建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

廃棄物処理建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、建屋全体及び建屋の主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

c. 防護対策施設

(a) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、架構を軽油タンクのコンクリート基礎に柱脚で固定し、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(b) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、架構を軽油タンクのコンクリート基礎に基礎ボルトで固定し、非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板の主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とし、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えないために、非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板を構成する部材自体の転倒及び脱落を生じない設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

4.2 水循環系の閉塞を考慮する施設

(1) 施設

- a. 原子炉補機冷却海水ポンプ
- b. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ
- c. 取水設備（除塵装置）

(2) 要求機能

水循環系の閉塞を考慮する施設は、想定する降下火砕物に対し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

- a. 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプは、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物の粒径を考慮して閉塞しない流路幅を確保することにより、原子炉補機を冷却する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

- b. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ

原子炉補機冷却海水系ストレーナは、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物の粒径を考慮して閉塞しない流路幅を確保することにより、原子炉補機を冷却する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

- c. 取水設備（除塵装置）

取水設備（除塵装置）は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物の粒径を考慮して閉塞しない流路幅を確保することにより、原子炉補機冷却海水ポンプに通水する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

4.3 換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を考慮する施設

(1) 施設

- a. 軽油タンク
- b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- c. 非常用換気空調系
 - ・非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）
 - ・中央制御室換気空調系
 - ・コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系
 - ・海水熱交換器区域換気空調系
- d. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）
- e. 主排気筒
- f. 非常用ガス処理系排気管

(2) 要求機能

換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を考慮する施設は、想定する降下火砕物に対し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

- a. 軽油タンク

軽油タンクは、想定する降下火砕物による閉塞に対し、ベント管への降下火砕物の侵入を低減させることにより、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。
- b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（電動機）は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、電動機内部への降下火砕物の侵入を低減させることにより、非常用ディーゼル発電機に燃料を移送する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。
- c. 非常用換気空調系

非常用換気空調系は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、流路への降下火砕物の侵入を低減させることにより、各部屋を換気又は空調管理することで機器の運転に必要な温度条件の維持、居住性の維持及び被ばく低減を図る機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。
- d. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、流路への降下火砕物の侵入を低減させることにより、非常用所内母線へ給電する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

e. 主排気筒

主排気筒は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物が侵入した場合でも閉塞への影響を低減させることにより、建屋内の空気を大気に排気する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

f. 非常用ガス処理系排気管

非常用ガス処理系排気管は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物が侵入した場合でも閉塞への影響を低減させることにより、事故時に放射性物質を除去した気体を屋外に排気する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

4.4 水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における摩耗を考慮する施設

(1) 施設

- a. 軽油タンク
- b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- c. 原子炉補機冷却海水ポンプ
- d. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ
- e. 取水設備（除塵装置）
- f. 非常用換気空調系
 - ・非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）
 - ・中央制御室換気空調系
 - ・コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系
 - ・海水熱交換器区域換気空調系
- g. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）

(2) 要求機能

水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における摩耗を考慮する施設は、想定する降下火砕物に対し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 軽油タンク

軽油タンクは、想定する降下火砕物による摩耗に対し、ベント管への降下火砕物の侵入を低減させること及び運用により、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、想定する降下火砕物による摩耗に対し、摺動部への降下火砕物の侵入を低減させること及び運用により、非常用ディーゼル発電機に燃料を移送する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

c. 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプは，想定する降下火砕物による摩耗に対し，運用により，原子炉補機を冷却する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

d. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ

原子炉補機冷却海水系ストレーナは，想定する降下火砕物による摩耗に対し，運用により，原子炉補機を冷却する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

e. 取水設備（除塵装置）

取水設備（除塵装置）は，想定する降下火砕物による摩耗に対し，運用により，原子炉補機冷却海水ポンプに通水する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

f. 非常用換気空調系

非常用換気空調系は，想定する降下火砕物による摩耗に対し，流路への降下火砕物の侵入を低減させること及び運用により，各部屋を換気又は空調管理することで機器の運転に必要な温度条件の維持，居住性の維持及び被ばく低減を図る機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

g. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は，想定する降下火砕物による摩耗に対し，摺動部への降下火砕物の侵入を低減させること，降下火砕物を考慮して摺動部に耐摩耗性をもたせること及び運用により，非常用所内母線へ給電する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

4.5 構造物，水循環系，換気系，電気系及び計測制御系における腐食を考慮する施設

(1) 施設

- a. 軽油タンク
- b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- c. 原子炉建屋
- d. タービン建屋海水熱交換器区域
- e. コントロール建屋
- f. 廃棄物処理建屋
- g. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板
- h. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板
- i. 原子炉補機冷却海水ポンプ
- j. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ
- k. 取水設備（除塵装置）
- l. 非常用換気空調系
 - ・非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）

- ・中央制御室換気空調系
- ・コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系
- ・海水熱交換器区域換気空調系
- m. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）
- n. 主排気筒
- o. 非常用ガス処理系排気管

(2) 要求機能

構造物、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における腐食を考慮する施設は、想定する降下火砕物に対し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 軽油タンク

軽油タンクは、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、非常用ディーゼル発電機に燃料を移送する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

c. 原子炉建屋

原子炉建屋は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能並びに建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

d. タービン建屋海水熱交換器区域

タービン建屋海水熱交換器区域は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

e. コントロール建屋

コントロール建屋は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能並びに建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

f. 廃棄物処理建屋

廃棄物処理建屋は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

g. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

h. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないことを機能設計上の性能目標とする。

i. 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプは、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、原子炉補機を冷却する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

j. 原子炉補機冷却海水系ストレーナ

原子炉補機冷却海水系ストレーナは、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装等により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、原子炉補機を冷却する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

k. 取水設備（除塵装置）

取水設備（除塵装置）は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、原子炉補機冷却海水ポンプに通水する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

1. 非常用換気空調系

非常用換気空調系は、想定する降下火砕物による腐食に対し、流路への降下火砕物の侵入を低減させること、降下火砕物を考慮して施設に耐食性を持たせること及び運用により、各部屋を換気又は空調管理することで機器の運転に必要な温度条件の維持、居住性の維持及び被ばく低減を図る機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

m. 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は、想定する降下火砕物による腐食に対し、降下火砕物を考慮して施設に耐食性を持たせること及び運用により、非常用所内母線へ給電する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

n. 主排気筒

主排気筒は、想定する降下火砕物による腐食に対し、降下火砕物を考慮して施設に耐食性を持たせること、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、建屋内の空気を大気に排気する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

o. 非常用ガス処理系排気管

非常用ガス処理系排気管は、想定する降下火砕物による腐食に対し、降下火砕物を考慮して施設に耐食性を持たせること、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、事故時に放射性物質を除去した気体を屋外に排気する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

4.6 発電所周辺の大気汚染を考慮する施設

(1) 施設

a. 非常用換気空調系

- ・中央制御室換気空調系

(2) 要求機能

発電所周辺の大気汚染を考慮する施設は、想定する降下火砕物に対し、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 非常用換気空調系（中央制御室換気空調系）

非常用換気空調系のうち、中央制御室換気空調系は、想定する降下火砕物による大気汚染に対し、中央制御室への降下火砕物の侵入を低減させることにより、中央制御室を換気又は空調管理することで居住性の維持を図る機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

4.7 絶縁低下を考慮する施設

(1) 施設

a. 安全保護系盤

(2) 要求機能

絶縁低下を考慮する施設は，想定する降下火砕物に対し，外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 安全保護系盤

安全保護系盤は，想定する降下火砕物による絶縁低下に対し，盤内への降下火砕物の侵入を低減させることにより，発電用原子炉施設の異常状態を検知し，必要な場合，原子炉停止系等を作動させる機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

4.8 間接的影響を考慮する施設

(1) 施設

- a. 非常用ディーゼル発電機
- b. 軽油タンク
- c. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ

(2) 要求機能

間接的影響を考慮する施設は，想定する降下火砕物に対し，発電用原子炉の停止並びに停止後の発電用原子炉及び使用済燃料貯蔵プールの安全性を損なうおそれがないことが要求される。

(3) 性能目標

a. 非常用ディーゼル発電機

非常用ディーゼル発電機は，想定する降下火砕物による間接的影響に対し，降下火砕物の影響を受けない配置にすることにより，非常用所内母線へ7日間の電源供給が継続できるよう給電する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

b. 軽油タンク

軽油タンクは，想定する降下火砕物による間接的影響に対し，降下火砕物の影響を受けない設計とすることにより，非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

c. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、想定する降下火砕物による間接的影響に対し、降下火砕物の影響を受けない設計とすることにより、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を移送する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

5. 機能設計

VI-1-1-3-4-1「火山への配慮に関する基本方針」で設定している降下火砕物特性に対し、「4. 要求機能及び性能目標」で設定している降下火砕物の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

5.1 構造物への荷重を考慮する施設

(1) 外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

a. 軽油タンクの設計方針

軽油タンクは「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

軽油タンクは、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持する設計とする。

(2) 建屋

a. 原子炉建屋の設計方針

原子炉建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

原子炉建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能並びに建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する設計とする。

b. タービン建屋海水熱交換器区域の設計方針

タービン建屋海水熱交換器区域は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

タービン建屋海水熱交換器区域は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する設計とする。

c. コントロール建屋の設計方針

コントロール建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

コントロール建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能並びに建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する設計とする。

d. 廃棄物処理建屋の設計方針

廃棄物処理建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

廃棄物処理建屋は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する設計とする。

(3) 防護対策施設

a. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板の設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、想定する降下火砕物、地震及び積雪による荷重に対し、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設に波及的影響を与えない設計とする。

5.2 水循環系の閉塞を考慮する施設

(1) 原子炉補機冷却海水ポンプの設計方針

原子炉補機冷却海水ポンプは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

原子炉補機冷却海水ポンプは、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物の粒径を考慮して閉塞しない流路幅を確保することにより、原子炉補機を冷却する機能を維持するため、原子炉補機冷却海水ポンプ狭隘部を降下火砕物の粒径より大きくすることで閉塞しない設計とする。

(2) 原子炉補機冷却海水系ストレーナの設計方針

原子炉補機冷却海水系ストレーナは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

原子炉補機冷却海水系ストレーナは、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物の粒径を考慮して閉塞しない流路幅を確保することにより、原子炉補機を冷却する機能を維

持するため、原子炉補機冷却海水系ストレーナのメッシュサイズを降下火砕物の粒径より大きくすることで閉塞しない設計とする。

(3) 取水設備（除塵装置）の設計方針

取水設備（除塵装置）は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.2(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

取水設備（除塵装置）は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物の粒径を考慮して閉塞しない流路幅を確保することにより、原子炉補機冷却海水ポンプに通水する機能を維持するため、除塵装置のメッシュサイズを降下火砕物の粒径より大きくすることで閉塞しない設計とする。

5.3 換気系、電気系及び計測制御系における閉塞を考慮する施設

(1) 軽油タンクの設計方針

軽油タンクは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

軽油タンクは、想定する降下火砕物による閉塞に対し、ベント管への降下火砕物の侵入を低減させることにより、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持するため、軽油タンクのベント管開口部を下向きの構造とすることで閉塞しない設計とする。

(2) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの電動機は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、電動機内部への降下火砕物の侵入を低減させることにより、非常用ディーゼル発電機に燃料を移送する機能を維持するため、電動機を開口部がない全閉構造とすることで閉塞しない設計とする。

(3) 非常用換気空調系の設計方針

非常用換気空調系は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用換気空調系は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、流路への降下火砕物の侵入を低減させることにより、各部屋を換気又は空調管理することで機器の運転に必要な温度条件の維持、居住性の維持及び被ばく低減を図る機能を維持するため、非常用換気空調系の外気取入口にバグフィルタを設置することで閉塞しない設計とする。

また、保安規定にバグフィルタの取替え及び清掃の実施並びに外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止及び再循環運転の実施を定め管理することで閉塞しない設計とする。

(4) 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）の設計方針

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、流路への降下火砕物の侵入を低減させることにより、非常用所内母線へ給電する機能を維持するため、非常用ディーゼル発電設備吸気系の外気取入口にルーバを設置する構造としバグフィルタを設置することで閉塞しない設計とする。

また、保安規定にバグフィルタの取替え及び清掃の実施を定め管理することで閉塞しない設計とする。

(5) 主排気筒

主排気筒は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

主排気筒は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物が侵入した場合でも閉塞への影響を低減させることにより、建屋内の空気を大気に排気する機能を維持するため、流路と主排気筒底部の距離を確保すること及び排気により降下火砕物を侵入し難くすることで閉塞しない設計とする。

(6) 非常用ガス処理系排気管

非常用ガス処理系排気管は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.3(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ガス処理系排気管は、想定する降下火砕物による閉塞に対し、降下火砕物が侵入した場合でも閉塞への影響を低減させることにより、事故時に放射性物質を除去した気体を屋外に排気する機能を維持するため、開口部に降下火砕物の侵入を防止する構造物を設置し、降下火砕物を侵入し難くすることで閉塞しない設計とする。

5.4 水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における摩耗を考慮する施設

(1) 軽油タンクの設計方針

軽油タンクは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

軽油タンクは、想定する降下火砕物による摩耗に対し、ベント管への降下火砕物の侵入を低減させること及び運用により、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持するため、軽油タンクのベント管開口部を下向きの構造とすることで摩耗しにくい設計とする。

また、保安規定に点検及び必要に応じた補修の実施を定め管理することで摩耗が進展しない設計とする。

(2) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、想定する降下火砕物による摩耗に対し、摺動部への降下火砕物の侵入を低減させること及び運用により、非常用ディーゼル発電機に燃料を移送する機能を維持するため、電動機を開口部がない全閉構造とすることで摩耗しにくい設計とする。

また、保安規定に点検及び必要に応じた補修の実施を定め管理することで摩耗が進展しない設計とする。

(3) 原子炉補機冷却海水ポンプの設計方針

原子炉補機冷却海水ポンプは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

原子炉補機冷却海水ポンプは、想定する降下火砕物による摩耗に対し、運用により、原子炉補機を冷却する機能を維持するため、保安規定に点検及び必要に応じた補修の実施を定め管理することで摩耗が進展しない設計とする。

(4) 原子炉補機冷却海水系ストレーナの設計方針

原子炉補機冷却海水系ストレーナは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

原子炉補機冷却海水系ストレーナは、想定する降下火砕物による摩耗に対し、運用により、原子炉補機を冷却する機能を維持するため、保安規定に点検及び必要に応じた補修の実施を定め管理することで摩耗が進展しない設計とする。

(5) 取水設備（除塵装置）の設計方針

取水設備（除塵装置）は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

取水設備（除塵装置）は、想定する降下火砕物による摩耗に対し、運用により、原子炉補機冷却海水ポンプに通水する機能を維持するため、保安規定に点検及び必要に応じた補修の実施を定め管理することで摩耗が進展しない設計とする。

(6) 非常用換気空調系の設計方針

非常用換気空調系は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用換気空調系は、想定する降下火砕物による摩耗に対し、流路への降下火砕物の侵入を低減させること及び運用により、各部屋を換気又は空調管理することで機器の運転に必要な温度条件の維持、居住性の維持及び被ばく低減を図る機能を維持するため、非常用換気空調系の外気取入口にバグフィルタを設置することで摩耗しにくい設計とする。

また、保安規定にバグフィルタの取替え及び清掃の実施、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止及び再循環運転の実施並びに点検及び必要に応じた補修の実施を定め管理することで摩耗が進展しない設計とする。

(7) 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）の設計方針

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.4(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は、想定する降下火砕物による摩耗に対し、摺動部への降下火砕物の侵入を低減させること、降下火砕物を考慮して摺動部に耐摩耗性をもたせること及び運用により、非常用所内母線へ給電する機能を維持するため、非常用ディーゼル発電設備吸気系の外気取入口にルーバを設置する構造としバグフィルタを設置すること及び摺動部に摩耗しにくい材料を使用することで摩耗しにくい設計とする。

また、保安規定にバグフィルタの取替え及び清掃の実施並びに点検及び必要に応じた補修の実施を定め管理することで摩耗が進展しない設計とする。

5.5 構造物、水循環系、換気系、電気系及び計測制御系における腐食を考慮する施設

(1) 軽油タンクの設計方針

軽油タンクは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

軽油タンクは、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持するため、外装の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(2) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、非常用ディーゼル発電機に燃料を移送する機能を維持するため、外装の塗装及び電動機を開口部がない全閉構造とすることで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(3) 原子炉建屋の設計方針

原子炉建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

原子炉建屋は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能並びに建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持するため、外面の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(4) タービン建屋海水熱交換器区域の設計方針

タービン建屋海水熱交換器区域は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

タービン建屋海水熱交換器区域は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持するため、外面の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(5) コントロール建屋の設計方針

コントロール建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

コントロール建屋は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、放射線の遮蔽機能及び放射性物質の閉じ込め機能並びに建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持するため、外面の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(6) 廃棄物処理建屋の設計方針

廃棄物処理建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

廃棄物処理建屋は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を接触させない機能を維持するため、外面の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(7) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないため、外面の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(8) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板の設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送配管防護板は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、外部事象防護対象施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持し、また、外部事象防護対象施設が有する安全機能を損なわないよう、波及的影響を与えないため、外面の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(9) 原子炉補機冷却海水ポンプの設計方針

原子炉補機冷却海水ポンプは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

原子炉補機冷却海水ポンプは、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、原子炉補機を冷却する機能を維持するため、海水と接触する部位の防汚塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(10) 原子炉補機冷却海水系ストレーナの設計方針

原子炉補機冷却海水系ストレーナは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

原子炉補機冷却海水系ストレーナは、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装等により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、原子炉補機を冷却する機能を維持するため、海水と接触する部位の防汚塗装及びライニングを実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(11) 取水設備（除塵装置）の設計方針

取水設備（除塵装置）は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

取水設備（除塵装置）は、想定する降下火砕物による腐食に対し、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、原子炉補機冷却海水ポンプに通水する機能を維持するため、海水と接触する部位の防汚塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(12) 非常用換気空調系の設計方針

非常用換気空調系は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用換気空調系は、想定する降下火砕物による腐食に対し、流路への降下火砕物の侵入を低減させること、降下火砕物を考慮して施設に耐食性を持たせること及び運用により、各部屋を換気又は空調管理することで機器の運転に必要な温度条件の維持、居住性の維持及び被ばく低減を図る機能を維持するため、非常用換気空調系の外気取入口にバグフィルタを設置すること及び降下火砕物と接触する部位に耐食性のある材料を使用することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定にバグフィルタの取替え及び清掃の実施並びに点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(13) 非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）の設計方針

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電機（非常用ディーゼル発電設備吸気系含む。）は、想定する降下火砕物による腐食に対し、降下火砕物を考慮して施設に耐食性を持たせること及び運用により、

非常用所内母線へ給電する機能を維持するため、降下火砕物と接触する部位に耐食性のある材料を使用することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(14) 主排気筒

主排気筒は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

主排気筒は、想定する降下火砕物による腐食に対し、降下火砕物を考慮して施設に耐食性を持たせること、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、建屋内の空気を大気に排気する機能を維持するため、降下火砕物と接触する部位に耐食性のある材料を使用すること及び外装の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

(15) 非常用ガス処理系排気管

非常用ガス処理系排気管は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.5(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ガス処理系排気管は、想定する降下火砕物による腐食に対し、降下火砕物を考慮して施設に耐食性を持たせること、塗装により降下火砕物と施設を接触させないこと及び運用により、事故時に放射性物質を除去した気体を屋外に排気する機能を維持するため、降下火砕物と接触する部位に耐食性のある材料を使用すること及び外装の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、保安規定に点検及び補修の実施を定め管理することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

5.6 発電所周辺の大気汚染を考慮する施設

(1) 非常用換気空調系のうち中央制御室換気空調系の設計方針

非常用換気空調系のうち、中央制御室換気空調系は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.6(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用換気空調系のうち、中央制御室換気空調系は、想定する降下火砕物による大気汚染に対し、中央制御室への降下火砕物の侵入を低減させることにより、中央制御室を換気又は空調管理することで居住性の維持を図る機能を維持するため、外気取入口にバグフィルタを設置すること及び再循環運転を実施することで降下火砕物が侵入しにくい設計とする。

また、保安規定にバグフィルタの取替え及び清掃の実施並びに外気取入ダンパの閉止及び再循環運転の実施を定め管理することで降下火砕物による中央制御室の大気汚染を防止する設計とする。

5.7 絶縁低下を考慮する施設

(1) 安全保護系盤の設計方針

安全保護系盤は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.7(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

安全保護系盤は、想定する降下火砕物による絶縁低下に対し、盤内への降下火砕物の侵入を低減させることにより、発電用原子炉施設の異常状態を検知し、必要な場合、原子炉停止系等を作動させる機能を維持するため、安全保護系盤を設置する部屋の換気空調系の外気取入口にバグフィルタを設置すること及び再循環運転を実施することで降下火砕物が侵入しにくい設計とする。

また、保安規定にバグフィルタの取替え及び清掃の実施並びに外気取入ダンパの閉止及び再循環運転の実施を定め管理することで安全保護系盤の絶縁低下を防止する設計とする。

5.8 間接的影響を考慮する施設

(1) 非常用ディーゼル発電機の設計方針

非常用ディーゼル発電機は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.8(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電機は、想定する降下火砕物による間接的影響に対し、降下火砕物の影響を受けない配置にすることにより、非常用所内母線へ7日間の電源供給が継続できるよう給電する機能を維持するため、降下火砕物の影響を受けない建屋内に設置する設計とする。

(2) 軽油タンクの設計方針

軽油タンクは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.8(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

軽油タンクは、想定する降下火砕物による間接的影響に対し、降下火砕物の影響を受けない設計とすることにより、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を保有する機能を維持するため、間接的な影響を受けない設計とする。

(3) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの設計方針

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.8(3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、想定する降下火砕物による間接的影響に対し、降下火砕物の影響を受けない設計とすることにより、非常用ディーゼル発電機へ7日間の燃料供給が継続できるよう燃料を移送する機能を維持するため、間接的な影響を受けない設計とする。

VI-1-1-3-5 外部火災への配慮に関する説明書

外部火災への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

VI-1-1-3-5-1 外部火災への配慮に関する基本方針

VI-1-1-3-5-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定

VI-1-1-3-5-3 外部火災防護における評価の基本方針

VI-1-1-3-5-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠

VI-1-1-3-5-5 外部火災防護における評価方針

VI-1-1-3-5-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果

VI-1-1-3-5-7 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

VI-1-1-3-5-1 外部火災への配慮に関する基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 外部火災防護に関する基本方針	1
2.1 基本方針	1
2.1.1 外部火災より防護すべき施設	1
2.1.2 外部火災より防護すべき施設の設計方針	2
2.1.3 外部事象防護対象施設の評価方針	4
2.2 適用規格及び適用基準	4

1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の外部火災防護設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

2. 外部火災防護に関する基本方針

2.1 基本方針

発電用原子炉施設の外部火災防護設計は、外部事象防護対象施設について外部火災により安全機能を損なわないこと及び安全性を損なうおそれがある場合は防護措置その他の適切な措置を講じなければならないこと、重大事故等対処設備については外部火災により設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、技術基準規則に適合するように設計する。

外部事象防護対象施設は、防火帯の設置、離隔距離の確保、建屋による防護を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

外部火災の影響については、定期的な評価の実施を保安規定に定めて管理する。

想定される外部火災において、火災・爆発源を発電所敷地内及び敷地外に設定し、外部事象防護対象施設に係る温度や距離を算出し、これらによる影響評価を行い、最も厳しい火災・爆発が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

外部火災による二次的影響（ばい煙）、外部火災起因を含む有毒ガスの影響、爆発による飛来物の影響についても評価を行い、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

発電所敷地内の火災源としては、森林火災、発電所敷地内に設置する屋外の危険物タンク等の火災、航空機墜落による火災及び発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災を想定する。

発電所敷地外の火災・爆発源としては、近隣の産業施設の火災・爆発として、石油コンビナート施設の火災・爆発、危険物貯蔵施設の火災、高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発、燃料輸送車両の火災・爆発及び漂流船舶の火災・爆発を想定する。

建屋内に設置する外部事象防護対象施設は、建屋にて防護することから建屋の評価を行い、建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設は、当該施設を評価する。評価結果が満足しない場合は、防護措置として適切な処置を講じるものとする。

外部火災評価においては、柏崎刈羽原子力発電所第6号機に最も厳しい火災・爆発が発生した場合を想定し、評価を行う。

2.1.1 外部火災より防護すべき施設

外部火災より防護すべき施設は、VI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設」に従い、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

2.1.2 外部火災より防護すべき施設の設計方針

(1) 外部事象防護対象施設の設計方針

森林火災については、外部事象防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度が許容温度（200℃）となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度（軽油タンク（「重大事故等時のみ 6,7 号機共用」（以下同じ。））の軽油温度 225℃、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度 100℃、主排気筒の表面温度 325℃）となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災及び航空機墜落による火災については、火災源ごとに輻射強度、燃焼継続時間等を求め、外部事象防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。

また、発電所敷地内において、燃料補充用のタンクローリ火災が発生した場合の影響については、燃料補充時は監視人が立会を実施することを保安規定に定めて管理し、万一の火災発生時は速やかに消火活動が可能である体制であることから、外部事象防護対象施設への影響を与えることはない。

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災については、外部事象防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。

外部事象防護対象施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度の設定根拠は、VI-1-1-3-5-4「外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す。

外部火災より防護すべき施設のうち、外部火災の影響について評価を行う施設（以下「外部火災の影響を考慮する施設」という。）の選定については、VI-1-1-3-5-2「外部火災の影響を考慮する施設の選定」に示す。

森林火災については、延焼防止を目的として設置（変更）許可を受けた防火帯（約 20m）を敷地内に設ける設計とし、防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とするため、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とすることを保安規定に定めて管理する。また、危険距離の算出については、設置（変更）許可を受けた防火帯の外縁（火災側）における最大火線強度から算出される火災輻射発散度（100kW/m²）を用いる。

発電所敷地外の火災である近隣の産業施設の火災・爆発のうち、石油コンビナート施設の火災・爆発については、発電所敷地外 10km 以内に石油コンビナート施設は存在しないため、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがない。また、発電所敷地外半径 10km 以内の危険物貯蔵施設、高圧ガス貯蔵施設、燃料輸送車両及び漂流船舶の火災については、火災源ごとに輻射強度、燃焼継続時間等を求め、外部事象防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度

となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

発電所敷地外半径 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設、燃料輸送車両及び漂流船舶の爆発については、ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。また、ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し、その最大飛散距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。なお、漂流船舶の爆発による飛来物の影響については、柏崎刈羽原子力発電所に最も距離が近い航路でも 30km 以上の離隔距離があり、漂流した船舶が発電所周辺まで流れ着いた後に爆発を起こし、なおかつ爆発に起因した飛来物が発電用原子炉施設に衝突する可能性は非常に低いため、飛来物による外部事象防護対象施設への影響について考慮する必要はない。

外部火災による二次的影響（ばい煙）による影響については、ばい煙の侵入を防止するため適切な防護対策を講じることで、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

外部火災を起因とするばい煙が発生した場合には、外気を取り込む空調システムに対するばい煙の侵入を防止するため、バグフィルタを設置する設計とする。

外気を設備内に取り込む機器（非常用ディーゼル発電機）に対しては、ばい煙の侵入を防止するため、バグフィルタを設置する設計、又はばい煙が侵入したとしても機器の損傷、閉塞を防止するため、ばい煙が流路に溜まりにくい構造とする設計とする。

室内の空気を取り込む機器（安全保護系）に対しては、ばい煙の侵入による機器の損傷を防止するため、バグフィルタを設置する設計とする。

外部火災起因を含む有毒ガスが発生した場合には、中央制御室内に滞在する人員の環境劣化を防止するために設置した外気取入ダンパの閉止、中央制御室内の空気を循環させる再循環運転の実施及び必要に応じ中央制御室以外の空調ファンの停止により、有毒ガスの侵入を防止する設計とする。

なお、有毒ガスの侵入を防止するよう、外気取入ダンパの閉止、再循環運転の実施による外気の遮断及び空調ファンの停止による外気流入の抑制を保安規定に定めて管理する。

主要道路、鉄道路線、一般航路及び石油コンビナート施設は離隔距離を確保することで事故等による火災に伴う発電所への有毒ガスの影響がない設計とする。

なお、ばい煙及び有毒ガスに対する具体的な設計については、VI-1-1-3-5-7「二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計」に示す。

(2) 重大事故等対処設備の設計方針

屋内の重大事故等対処設備についてはこれらを内包する建屋にて防護し、屋外の重大事故等対処設備については設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に必要な機能を損なわないよう、位置的分散を図る。具体的な位置的分散については、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に示す。

2.1.3 外部事象防護対象施設の評価方針

屋内に設置する外部事象防護対象施設は、建屋にて防護することから建屋にて評価を行い、建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設は当該施設を評価する。

外部火災影響評価は、火災・爆発源ごとに危険距離、危険限界距離又は飛来物の最大飛散距離を算出し離隔距離と比較する方法と、建屋表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度（軽油タンクの軽油温度、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度、主排気筒の表面温度）を算出し許容温度と比較する方法を用いる。

外部火災における評価方針をVI-1-1-3-5-3「外部火災防護における評価の基本方針」に示す。

火災・爆発源ごとの森林火災をはじめとする評価方針は、VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」に示す。

火災・爆発源ごとの森林火災をはじめとする評価条件及び評価結果は、VI-1-1-3-5-6「外部火災防護における評価条件及び評価結果」に示す。

2.2 適用規格及び適用基準

適用する規格としては、最新の規格基準を含め技術的妥当性及び適用性を示した上で適用可能とする。

適用する規格を以下に示す。

- ・「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（原規技発第 13061912 号（平成 25 年 6 月 19 日 原子力規制委員会制定）」（原子力規制委員会）
- ・「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成 2 年 8 月 30 日原子力安全委員会）
- ・「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（平成 21・06・25 原院第 1 号（平成 21 年 6 月 30 日原子力安全・保安院一部改正）」（原子力安全・保安部会，原子炉安全小委員会）
- ・「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（平成 25 年 3 月 消防庁特殊災害室）
- ・「原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計」（平成 19 年 12 月 25 日財団法人 日本建築センター）
- ・「伝熱工学」（2012 年 7 月 4 日 第 9 刷 東京大学出版）
- ・日本産業規格 J I S K 6 3 8 0 ゴムパッキン材料－性能区分

VI-1-1-3-5-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定

目 次

1. 概要	1
2. 選定の基本方針	1
2.1 外部火災の影響を考慮する施設の選定	1
2.2 二次的影響（ばい煙）を考慮する施設の選定	2
2.3 有毒ガスの影響を考慮する施設の選定	2

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災の影響を考慮する施設の選定について説明するものである。

2. 選定の基本方針

外部火災の影響を考慮する施設としては、施設の設置場所、構造を考慮して選定する。

施設の選定にあたっては、外部火災より防護すべき施設を選定するとともに、外部火災の二次的影響（ばい煙）又は有毒ガスの影響を考慮する施設を選定する。なお、重大事故等対処設備については、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に示すとおり、屋内の重大事故等対処設備についてはこれらを内包する建屋にて防護し、屋外の重大事故等対処設備については位置的分散にて対応することから、影響を考慮する施設としては選定しない。屋外に設置する具体的な重大事故等対処設備については、VI-1-1-3-別添1「屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出」に示す。

なお、外部火災の影響を考慮する施設以外の外部火災影響について、屋内に設置する施設は、建屋にて防護するため、波及的影響を考慮する必要はない。屋外に設置する施設は、その機能が喪失しても外部火災の影響を考慮する施設へ影響を及ぼす施設はないため、外部火災の影響を考慮する施設へ波及的影響を及ぼす可能性はない。

2.1 外部火災の影響を考慮する施設の選定

屋内に設置する外部事象防護対象施設は、建屋にて防護することから、外部事象防護対象施設の代わりに外部事象防護対象施設を内包する建屋を外部火災の影響を考慮する施設として選定する。また、建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設は、外部火災の影響により安全性を損なうおそれがあるため、外部火災の影響を考慮する施設として選定する。屋外の外部事象防護対象施設の防護措置として外部火災からの防護を目的に設置する防護対策施設は、直接外部火災の影響を受けるため、外部火災の影響を考慮する施設として選定する。外部事象防護対象施設以外の施設については、屋内に設置する施設は、建屋により防護することとし、屋外施設については、防火帯の内側に設置すること又は消火活動等により防護する。

外部火災の影響を考慮する施設を以下に示す。

- (1) 外部事象防護対象施設を内包する建屋
 - a. 原子炉建屋
 - b. タービン建屋海水熱交換器区域
 - c. コントロール建屋
 - d. 廃棄物処理建屋

(2) 屋外の外部事象防護対象施設（建屋を除く。）

- a. 軽油タンク
- b. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- c. 主排気筒
- d. 非常用ガス処理系排気管

(3) 防護対策施設

- a. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板

2.2 二次的影響（ばい煙）を考慮する施設の選定

外部事象防護対象施設が二次的影響（ばい煙）により安全性を損なうおそれがないよう、二次的影響（ばい煙）を考慮する施設は以下により選定する。

外気を取り込む空調系統は二次的影響（ばい煙）により人体に影響を及ぼすおそれがあるため、二次的影響（ばい煙）を考慮する設備として選定する。

外気を設備内に取り込む機器は二次的影響（ばい煙）により機器の故障が発生するおそれがあるため、二次的影響（ばい煙）を考慮する機器として選定する。

室内の空気を取り込む安全保護系の盤は二次的影響（ばい煙）により機器の故障が発生するおそれがあるため、二次的影響（ばい煙）を考慮する施設として選定する。

ばい煙を含む外気又は、室内空気を機器内に取り込む機構を有しない設備又は、取り込んだ場合でも、その影響が非常に小さいと考えられる設備（ポンプ、モータ、弁、盤内に換気ファンを有しない制御盤、計器、主排気筒等）については、対象外とする。

(1) 外気を取り込む空調系統

- a. 換気空調系

(2) 外気を設備内に取り込む機器

- a. 非常用ディーゼル発電機

(3) 室内の空気を取り込む機器

- a. 安全保護系

2.3 有毒ガスの影響を考慮する施設の選定

外部火災起因を含む有毒ガスの影響を考慮する施設については、人体に影響を及ぼすおそれがある換気空調系を選定する。

VI-1-1-3-5-3 外部火災防護における評価の基本方針

目 次

1. 概要	1
2. 外部火災防護における評価の基本方針	1
2.1 評価の基本方針	1
2.1.1 発電所敷地内の火災源に対する評価の基本方針	1
2.1.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価の基本方針	2
2.2 許容温度	3

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に示す外部火災の影響に対する設計方針を踏まえて、外部火災の影響を考慮する施設について、外部火災により安全機能を損なうおそれがないことを確認するための評価方針について説明するものである。

2. 外部火災防護における評価の基本方針

技術基準規則のうち第7条及びその解釈に適合することを確認し、VI-1-1-3-5-2「外部火災の影響を考慮する施設の選定」で選定した施設について、VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」により評価を行う。それぞれの火災・爆発源ごとに危険距離等を算出し、その危険距離等を上回る離隔距離が確保されていること、又は算出した外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度、建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度を満足することを確認する。なお、外部火災の影響を考慮する施設のうち非常用ガス処理系排気管については、設置位置が主排気筒内であり、外部火災の影響を直接受けにくい配置状況のため、主排気筒の評価結果で代表するものとする。

2.1 評価の基本方針

評価方針は、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照して、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」により実施することを基本とする。

具体的な評価方針は、VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」に示す。

2.1.1 発電所敷地内の火災源に対する評価の基本方針

(1) 森林火災

設置（変更）許可を受けた防火帯の外縁（火炎側）における最大火線強度から算出される火炎放射発散度（ $100\text{kW}/\text{m}^2$ ）を用いて、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(2) 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の貯蔵量等を勘案して、火災源ごとに外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

(3) 航空機墜落による火災

対象航空機の燃料積載量等を勘案して、対象航空機ごとに外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

- (4) 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による火災の重畳火災
 敷地内の危険物タンク等の火災と航空機墜落による火災の評価条件により算出した輻射強度、燃焼継続時間等により、外部事象防護対象施設の受熱面に対し、最も厳しい条件となる火災源と外部事象防護対象施設を選定し、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

2.1.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価の基本方針

(1) 石油コンビナート施設の火災・爆発

石油コンビナート施設の位置を特定し、発電所敷地外 10km 以内に存在しないことを確認する。

(2) 危険物貯蔵施設の火災

発電所敷地外半径 10km 以内の危険物貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(3) 高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発

a. 高圧ガス貯蔵施設の火災

発電所敷地外半径 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

b. 高圧ガス貯蔵施設の爆発

発電所敷地外半径 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。また、ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し、その最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(4) 燃料輸送車両の火災・爆発

a. 燃料輸送車両の火災

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

b. 燃料輸送車両の爆発

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。また、ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し、その最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(5) 漂流船舶の火災・爆発

a. 漂流船舶の火災

漂流船舶の燃料積載量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

b. 漂流船舶の爆発

漂流船舶の燃料積載量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。なお、ガス爆発による飛来物の影響については、柏崎刈羽原子力発電所に最も距離が近い航路でも 30km 以上の離隔距離があり、漂流した船舶が発電所周辺まで流れ着いた後に爆発し、なおかつ爆発に起因した飛来物が発電用原子炉施設に衝突する可能性は非常に低く、飛来物による外部事象防護対象施設への影響について考慮する必要はないため評価対象外とする。

2.2 許容温度

外部火災の影響を考慮する施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度を以下に示し、その設定根拠は、VI-1-1-3-5-4「外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す。

(1) 建屋

火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度 (200°C) を許容温度とする。

(2) 軽油タンク

軽油の発火点 (225°C) を許容温度とする。

(3) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ (非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板 (以下、屋外に設置する外部事象防護対象施設である非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプと併記して、その防護対策施設である非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板を示す場合は、単に「防護板」と記載する。))

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプは、周囲を防護対策施設である非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板で防護する設計とすることから、評価に用いる許容温度は、火災源と同防護板の位置関係、構造、想定する火災の影響度等を考慮し、火災源ごとに以下のとおり設定する。具体的な評価方針については、VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」に示す。

a. 耐火材及び断熱材による耐火性能を考慮しない場合

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材（耐火材、断熱材及び鋼板の組合せ）のうち、耐火材及び断熱材の設置を考慮せず、保守的に鋼板のみの構造を仮定することとし、鋼板外面（受熱面側）の温度を評価対象として、温度制限が最も厳しい非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの端子ボックススパッキンの耐熱温度（100℃）を許容温度とする。非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の温度評価の概要（保守的な仮定）を図 2-1 に示す。

b. 耐火材及び断熱材による耐火性能に期待する場合

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の実際の構造による耐火性能を考慮することとし、同防護板内部の非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度を評価対象として、温度制限が最も厳しい非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの端子ボックススパッキンの耐熱温度（100℃）を許容温度とする。非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の温度評価の概要（実際の構造）を図 2-2 に示す。

(4) 主排気筒

鋼材の強度が維持される温度（325℃）を許容温度とする。

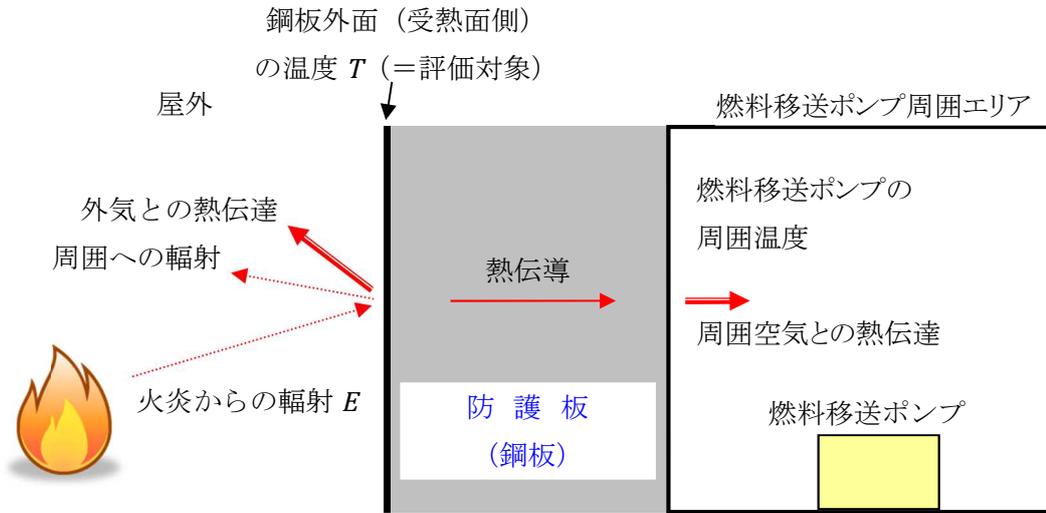


図 2-1 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の温度評価の概要
(防護板の構造:「鋼板のみ」の場合 (保守的な仮定))

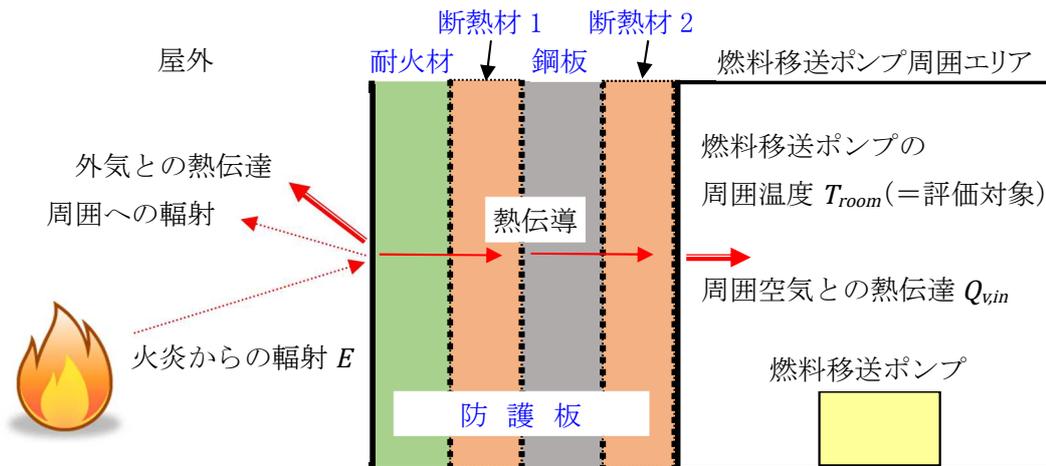


図 2-2 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の温度評価の概要
(防護板の構造:「耐火材, 断熱材及び鋼板」の場合 (実際の構造))

VI-1-1-3-5-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠

目 次

1. 概要	1
2. 設定根拠	1
2.1 建屋コンクリート表面温度	1
2.2 軽油タンク	1
2.3 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）	1
2.4 主排気筒	2

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災の影響を考慮する施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度の設定根拠について説明するものである。

2. 設定根拠

2.1 建屋コンクリート表面温度

建屋コンクリート表面温度の許容温度は、200℃*¹(火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度)とする。

建屋の温度評価はコンクリート表面温度で実施している。建屋の表面は、太陽輻射による温度上昇を考慮し、初期温度を50℃に設定する。また、コンクリート裏面側の排熱を考慮しない評価であるため、200℃を下回れば建屋の機能は確保される。

2.2 軽油タンク

軽油タンクの許容温度は、貯蔵している軽油の発火点である225℃を許容温度として設定する。

軽油タンクの温度評価は軽油タンク内の軽油の初期温度を、発電所に最も近い柏崎市の地方気象観測システムで観測した過去最高温度37.6℃を切り上げた38℃に設定し、また、防油堤のコンクリート壁による輻射熱の低減、及び軽油タンク底面の放熱を考慮しない評価であるため、225℃を下回れば軽油タンクの機能は確保される。

2.3 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の許容温度は、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプを構成する部品のうち、温度制限が最も厳しい端子ボックスパッキンの耐熱温度100℃*²を許容温度として設定する。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の温度評価は非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの初期温度を、発電所に最も近い柏崎市の地方気象観測システムで観測した過去最高温度37.6℃を切り上げた38℃に設定し、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板外面の初期温度を、太陽輻射による温度上昇を考慮し、55℃に設定する。また、耐火材及び断熱材による耐火性能を考慮しない場合においては、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板鋼板外面（受熱面側）の温度を同ポンプの周囲温度とみなす評価、耐火材及び断熱材による耐火性能に期待する場合は、ポンプエリアからの放熱を考慮しない評価であるため、100℃を下回れば同ポンプの機能は確保される。

2.4 主排気筒

主排気筒の許容温度は、 325°C *¹ (火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度) とする。

主排気筒の温度評価は表面温度で実施している。主排気筒の表面は、太陽輻射による温度上昇を考慮し、初期温度を 50°C に設定する。また、火災源の燃焼継続時間 t を $t \rightarrow \infty$ の極限值として、火災時の輻射熱による最高温度を求める保守的な評価であるため、 325°C を下回れば主排気筒の機能は確保される。

注記*1 : 「原田和典, 建築火災のメカニズムと火災安全設計」財団法人 日本建築センター

*2 : 日本産業規格 J I S K 6 3 8 0 ゴムパッキン材料-性能区分

VI-1-1-3-5-5 外部火災防護における評価方針

目 次

1. 概要	1
2. 評価について	1
2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価方針	1
2.1.1 森林火災の評価について	1
2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災の評価について	8
2.1.3 航空機墜落による火災の評価について	22
2.1.4 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による重畳火災の 評価について	25
2.1.5 天井スラブの評価について	28
2.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価方針	29
2.2.1 石油コンビナート施設の火災・爆発の評価について	29
2.2.2 危険物貯蔵施設の火災の評価について	30
2.2.3 高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発の評価について	37
2.2.4 燃料輸送車両の火災・爆発の評価について	42
2.2.5 漂流船舶の火災・爆発の評価について	47

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災防護における評価方針について説明するものである。

2. 評価について

外部火災防護における評価として、森林火災については外部火災の影響を考慮する施設の危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災、航空機墜落による火災、発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災（以下「重畳火災」という。）については、外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

近隣の産業施設の火災・爆発である石油コンビナート施設の火災・爆発、危険物貯蔵施設の火災、高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発、燃料輸送車両の火災・爆発、漂流船舶の火災・爆発については、外部火災の影響を考慮する施設の危険距離、危険限界距離又は飛来物の最大飛散距離を算出し、それらの距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

火災・爆発源ごとの評価方針を以下に示す。

2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価方針

2.1.1 森林火災の評価について

(1) 評価方針

設置（変更）許可を受けた防火帯の外縁（火炎側）における最大火線強度から算出される火炎輻射発散度（100kW/m²）を用いて、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。熱影響評価上は保守的に、火炎輻射発散度（100kW/m²）の位置を外部火災の影響を考慮する施設の最近接の森林境界として評価する。評価に用いる評価指標とその内容を表2-1、火炎輻射発散度（100kW/m²）の位置を図2-1に示す。

(2) 評価条件

- a. 森林火災による熱を受ける面と森林火災の火炎輻射発散度が発する地点が同じ高さにあると仮定し最短距離にて評価を行う。
- b. 森林火災の火炎は、円筒火炎モデルを使用する。火炎の高さは燃焼半径の3倍とし、燃焼半径から円筒火炎モデルの数を算出することにより火炎到達幅の分だけ円筒火炎モデルが横一列に並ぶものとする。横一列に並んだ円筒火炎モデルの数だけ外部火災の影響を考慮する施設へ熱が伝わるものとする。
- c. 円筒火炎モデルの燃焼の考え方は、最大の火炎輻射発散度を持つ円筒火炎モデルを火炎到達幅と同じ長さの直線上に並べて、外部火災の影響を考慮する施設が全円筒から同時かつ継続的に輻射熱を受けるものとする。森林火災における円筒火炎モデル評価の概要を図2-2に示す。

d. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

設置（変更）許可を受けた森林火災解析結果による火炎輻射発散度，火炎長及び火炎到達幅を用いて，輻射強度，燃焼半径，燃焼継続時間，円筒火炎モデル数，形態係数等を求め，それらから危険距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
b. (a) 建屋の評価の場合		
T	°C	温度
T_0	°C	初期温度
t	s	燃焼継続時間
Δt	s	時間刻み
Δx	m	コンクリート座標刻み
a	m ² /s	コンクリート温度伝導率(熱拡散率)
c_p	J/(kg・K)	コンクリート比熱
ρ	kg/m ³	コンクリート密度
λ	W/(m・K)	コンクリート熱伝導率
q_s	W/m ²	コンクリート表面熱流束(伝熱速度) ここでは輻射強度 E に相当
b. (b) 軽油タンクの評価の場合		
T	°C	温度
t	s	燃焼継続時間
S_1	m ²	軽油タンク受熱面積
S_2	m ²	軽油タンク放熱面積
E	W/m ²	輻射強度
ε	—	軽油タンク表面の放射率
h	W/(m ² ・K)	軽油タンク表面熱伝達率
C	J/K	軽油タンク及び軽油の熱容量
T_0	°C	初期温度
T_{air}	°C	外気温度
b. (c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ(防護板)の評価の場合		
T	°C	温度
t	s	燃焼継続時間
S	m ²	防護板(鋼板)放熱面積
E	W/m ²	輻射強度
ε	—	防護板(鋼板)外面の放射率
h	W/(m ² ・K)	防護板(鋼板)表面熱伝達率
C	J/K	防護板(鋼板)の熱容量
T_0	°C	初期温度
T_{air}	°C	外気温度

記号	単位	定義
b. (d) 主排気筒の評価の場合		
T	°C	主排気筒表面温度
T_0	°C	初期温度
E	W/m ²	輻射強度
ε	—	主排気筒表面の放射率
h	W/(m ² ・K)	主排気筒表面熱伝達率
c. ～g. 危険距離他の算出		
R	m	燃焼半径
H	m	火炎長
F	—	円筒火炎モデル数
W	m	火炎到達幅
ϕ_i	—	各円筒火炎モデルの形態係数
L_i	m	離隔距離
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	火炎輻射発散度
ϕ_t	—	各火炎モデルの形態係数を合計した値
L_t	m	危険距離

b. 輻射強度の算出

(a) 建屋の評価の場合

建屋表面温度が許容温度 200°C となるときの輻射強度 (q_s) を次式のとおり算出する。

$$T_i^{n+1} = 2rT_{i+1}^n + \frac{2r\Delta x}{\lambda}q_s + (1-2r)T_i^n \quad (\text{式 1})$$

(出典：伝熱工学，東京大学出版会)

$$\begin{aligned} \text{ただし, } r &= a\Delta t / \Delta x^2 \\ a &= \lambda / (\rho \times c_p) \end{aligned}$$

式 1 に輻射強度を入力して建屋表面温度を求める場合，壁面における建屋温度の時間変化を” n ” 及び” $n+1$ ” で示し，建屋コンクリート深さ方向の位置を” i ” 及び” $i+1$ ” で表示する。なお，建屋内部に位置した場合には，壁内部の計算に使用する式により建屋コンクリート深さ方向の位置変化を” $i-1$ ” ，” i ” 及び” $i+1$ ” で表示することとなる。

(b) 軽油タンクの評価の場合

軽油タンク内の軽油の温度が許容温度 225°C となるときの輻射強度 (E) を次式のとおり算出する。

$$T = \frac{\varepsilon E S_1 + h S_2 T_{air}}{h S_2} - \left(\frac{\varepsilon E S_1 + \varepsilon E S_2 T_{air}}{h S_2} - T_0 \right) e^{\left(\frac{h S_2}{C} \right) t} \quad (\text{式 2})$$

ただし、 $S_1 = S_2$ (受熱面積と放熱面積は等しい)

火炎からの輻射受熱量と受熱側の熱容量の関係から輻射強度を算出する。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ (防護板) の評価の場合

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲を防護する非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材 (耐火材, 断熱材及び鋼板の組合せ) のうち, 耐火材及び断熱材の設置を考慮せず, 保守的に鋼板のみの構造を仮定した場合における鋼板外面 (受熱面側) の温度が許容温度 100°C となるときの輻射強度 (E) を次式のとおり算出する。

$$T = \frac{\varepsilon E \frac{S}{2} + h S T_{air}}{h S} - \left(\frac{\varepsilon E \frac{S}{2} + h S T_{air}}{h S} - T_0 \right) e^{\left(\frac{h S}{C} \right) t} \quad (\text{式 3})$$

ただし、 $S/2$: 受熱面積 (受熱面積は外面のみ, 放熱面積 $\times 1/2$)

火炎からの輻射受熱量と受熱側の熱容量の関係から輻射強度を算出する。

(d) 主排気筒の評価の場合

主排気筒表面温度が許容温度 325°C となるときの輻射強度 (E) を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{\varepsilon E}{2h} \quad (\text{式 4})$$

c. 燃焼半径の算出

燃焼半径 (R) を次式のとおり算出する。

$$R = \frac{H}{3} \quad (\text{式 5})$$

(出典：原子力発電所の外部火災影響評価ガイド (以下「評価ガイド」という。))

d. 円筒火炎モデル数の算出

円筒火炎モデル数 (F) を次式のとおり算出する。

$$F = \frac{W}{2R} \quad (\text{式 6})$$

(出典：評価ガイド)

e. 各円筒火炎モデルの形態係数の算出

各円筒火炎モデルの形態係数(ϕ_i)を次式のとおり算出する。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 7})$$

$$\text{ただし, } m = \frac{H}{R} \cong 3, \quad n = \frac{L_i}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値が、外部火炎の影響を考慮する施設に及ぼす影響について考慮すべき形態係数 ϕ_t となる。

$$\phi_t = (\phi_i + \phi_{i+1} + \phi_{i+2} \dots)$$

なお、 $i + (i+1) + (i+2) \dots + (i+X)$ の火炎モデル数の合計は F 個となる。

f. 形態係数の算出

形態係数(ϕ_i)を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi_i \quad (\text{式 8})$$

(出典：評価ガイド)

g. 危険距離の算出

形態係数(ϕ_i)、火炎長(H)及び燃焼半径(R)を用いて危険距離(L_t)を次式のとおり算出する。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 9})$$

$$\text{ただし, } m = \frac{H}{R} \cong 3, \quad n = \frac{L_t}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

表 2-1 評価指標について

評価指標	内容
輻射強度[W/m ²]	火炎の炎から任意の位置にある点(受熱点)の輻射強度
火炎到達幅[m]	発電所に到達する火炎の横幅(FARSITEの解析で算出された値)
形態係数[-]	火炎と受熱面との相対位置関係によって定まる係数
燃焼半径[m]	森林火災の火炎長より算出する値
危険距離[m]	延焼防止に必要な距離

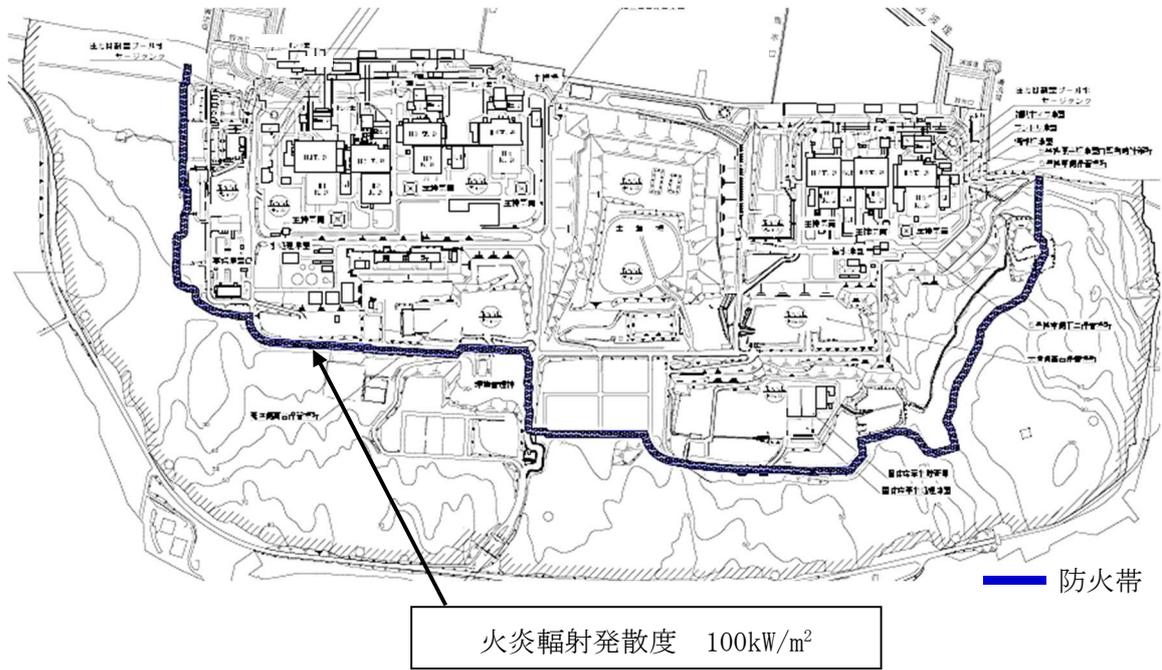


図 2-1 森林火災における火炎輻射発散度の位置図

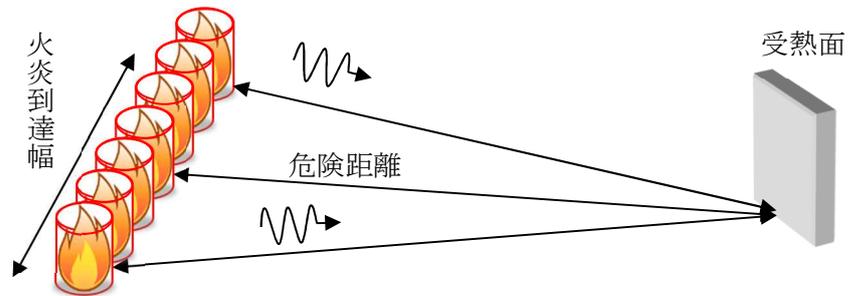


図 2-2 森林火災における円筒火炎モデル評価の概要

2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災の評価について

(1) 評価方針

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の貯蔵量等を勘案して、火災源ごとに外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

発電所敷地内の屋外に設置する危険物タンク等のうち、法令に基づく届出対象施設の設置状況及び配置を表 2-2 及び図 2-3 に示す。また、発電所敷地内の屋外に設置する危険物タンク等のうち、法令に基づく届出対象施設ではない施設の設置状況及び配置を表 2-3 及び図 2-4 に示す。

そのうち、直接外部火災の影響を考慮する施設を臨むことができる危険物タンク等と外部火災の影響を考慮する施設を選定し（表 2-2 及び表 2-3 参照）、火災源ごとに外部火災の影響を考慮する施設に対する温度を算出し評価する。

なお、第一ガスタービン発電機用燃料タンク、ガスタービン車他燃料供給設備及びガスタービン発電設備用燃料タンクのうち地下タンク貯蔵所の施設については、消防法に基づきコンクリート構造物に収納した地下埋設タンクとなっているため地表面で火災が発生する可能性は低く、火災が発生しても影響は小さいことから火災源として考慮しない。

6号機以外の軽油タンク及び主変圧器については、危険物の貯蔵量又は数量が6号機と同施設の容量以下又は同等であり、かつ6号機と同施設よりも外部事象防護対象施設から距離が離れた配置のため、6号機の軽油タンク及び主変圧器の熱影響評価結果で代表するものとする。同様に、主変圧器以外の変圧器については、6号機の主変圧器の熱影響評価結果、及びコントロール建屋の屋上に位置し最も影響が大きいと考えられる原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器のうち油量が最大の同変圧器の熱影響評価結果で代表するものとする。なお、原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置入力変圧器を火災源とする評価については、コントロール建屋以外の外部事象防護対象施設への影響が軽油タンク及び主変圧器の熱影響評価結果によって代表されることから、コントロール建屋屋上（変圧器基礎・屋上床躯体境界面及び屋上床躯体表面）に対してのみ行うものとする。

第一ガスタービン発電機用燃料タンク及びガスタービン車他燃料供給設備のうち一般取扱所の施設及びについては、危険物の貯蔵量が6号機の軽油タンクの貯蔵量以下であり、かつ6号機と同タンクよりも外部事象防護対象施設から距離が離れた配置のため、6号機と同タンクの熱影響評価結果で代表するものとする。

このことから、軽油タンク（6号機）、主変圧器（6号機）及び原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置（B-2）入力変圧器（6号機）を火災源として選定し、火災源ごとに外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し評価する。

なお、発電所構外より入所してくる燃料補充用のタンクローリについては、燃料補充時は監視人が立会いを実施し、万一の火災発生時は速やかに消火活動が可能であることから、評価対象外とする。

(2) 評価条件

- a. 危険物タンク等の貯蔵量又は数量は、危険物施設として許可された貯蔵容量を超えない運用上の最大貯蔵量とする。
- b. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、タンク等の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- c. 軽油タンクについては破損等による防油堤内の全面火災を想定し、防油堤内の面積を円筒の底面と仮定し、火炎は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。変圧器については、変圧器本体の全面火災を想定し、変圧器の投影面積を円筒の底面と仮定し、火炎は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。想定する円筒火炎モデルを図2-5に示す。
- d. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

火災源の防油堤面積等から求める燃焼半径、燃料量により燃焼継続時間を求める。その燃焼継続時間、輻射強度等を用いて、外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
b. ~e. 燃焼継続時間他の算出		
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤幅
d	m	防油堤奥行き
$w \times d$	m ²	防油堤面積
w'	m	変圧器幅
d'	m	変圧器奥行き
$w' \times d'$	m ²	変圧器投影面積
ϕ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m ² ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
m	kg	燃料の質量

記号	単位	定義
f. (a)ハ. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の評価の場合		
T_{room}	℃	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度
T_{in}	℃	防護板（断熱）内面温度
T_0	℃	初期温度
T_{air}	℃	外気温度
Δt	s	時間刻み
h_{in}	W/(m ² ・K)	防護板（断熱）内面熱伝達率
A	m ²	防護板（断熱）内面の表面積
ρ	kg/m ³	密度
c_p	J/(kg・K)	比熱
λ	W/(m・K)	熱伝導率
V_p	m ³	ポンプエリア体積
f. (b)イ. 建屋の評価の場合		
T	℃	温度
t	s	燃焼継続時間
E	W/m ²	輻射強度
ε	—	コンクリート表面の放射率
k	W/(m・K)	コンクリート熱伝導率
h	W/(m ² ・K)	コンクリート表面熱伝達率
ρ	kg/m ³	コンクリート密度
c	J/(kg・K)	コンクリート比熱
T_0	℃	初期温度

b. 燃焼半径の算出

(a) 軽油タンク（6号機）を火災源とする場合

燃焼半径（ R ）を次式のとおり算出する。

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \sqrt{w \times d} \quad \text{(式10)}$$

(出典：評価ガイド)

(b) 主変圧器（6号機）及び原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置（B-2）入力変圧器（6号機）を火災源とする場合

燃焼半径（ R ）を次式のとおり算出する。

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \sqrt{w' \times d'} \quad \text{(式11)}$$

(出典：評価ガイド)

c. 形態係数の算出

軽油タンク（6号機）及び主変圧器（6号機）を火災源とする評価については、形態係数（ ϕ ）を次式のとおり算出する。また、原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置（B-2）入力変圧器（6号機）を火災源とする評価（コントロール建屋屋上床躯体表面）については、受熱面が火炎底面と異なる高さにあることから、図2-6に示す考え方に基づき形態係数（ ϕ ）を次式のとおり算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 12})$$

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

（出典：評価ガイド）

d. 輻射強度の算出

軽油タンク（6号機）及び主変圧器（6号機）を火災源とする評価並びに原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置（B-2）入力変圧器（6号機）を火災源とする評価（コントロール建屋屋上床躯体表面）については、輻射強度（ E ）を次式のとおり算出する。

$$E = Rf \cdot \phi \quad (\text{式 13})$$

（出典：評価ガイド）

e. 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間（ t ）を次式のとおり算出する。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \times v} \quad (\text{式 14})$$

（出典：評価ガイド）

$$\text{ただし, } v = M/\rho, \quad m = \rho V$$

f. 温度の算出

(a) 軽油タンク（6号機）を火災源とする場合

イ. 建屋の評価の場合

建屋表面温度（ T ）を式1のとおり算出する。

ロ. 軽油タンクの評価の場合

軽油タンク内の軽油温度（ T ）を式2のとおり算出する。

ハ. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の評価の場合

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲を防護する非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材（耐火材，断熱材及び鋼板の組合せ）による耐火性能を考慮した場合における同防護板内部の非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度 T_{room} を式 1，式 15 及び式 16 から算出する。また，計算モデルを図 2-7 に示す。

なお，図 2-7 に示した非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板内面の温度上昇に伴う熱流束 $Q_{v,in}$ 及び熱流束 $Q_{v,in}$ による熱負荷が非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプエリア内に蓄熱される場合の温度上昇 ΔT_{room} は以下のとおりである。

$$Q_{v,in} = h_{in}(T_{in} - T_{room}) \quad (式 15)$$

$$\Delta T_{room} = \frac{Q_{v,in} A \Delta t}{\rho c_p V_p} \quad (式 16)$$

ニ. 主排気筒の評価の場合

主排気筒表面温度 (T) を式 4 のとおり算出する。

(b) 主変圧器（6号機）を火災源とする場合

イ. 建屋の評価の場合

建屋表面温度 (T) を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{1}{\left(\frac{\sqrt{k\rho c}}{1.18h\sqrt{t}} + 1 \right) \frac{h}{\varepsilon E}} \quad (式 17)$$

（出典：原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計，安全建設センター）

ロ. 軽油タンクの評価の場合

軽油タンク内の軽油の温度 (T) を式 2 のとおり算出する。

ハ. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の評価の場合

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲を防護する非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材（耐火材，断熱材及び鋼板の組合せ）のうち，保守的に鋼板のみの構造を仮定した場合における鋼板外面（受熱面側）の温度 (T) を式 3 のとおり算出する。

ニ. 主排気筒の評価の場合

主排気筒表面温度(T)を式4のとおり算出する。

(c) 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置(B-2)入力変圧器(6号機)を火災源とする場合

イ. 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置(B-2)入力変圧器(6号機)基礎・屋上床躯体境界面の評価の場合

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置(B-2)入力変圧器(6号機)が保有する絶縁油(1種4号絶縁油)が同変圧器基礎面上で燃焼を継続する間、一定の火災による入熱によって基礎面が昇温される場合における基礎面から屋上床躯体境界面までの温度(T)を式1のとおり算出する。また、計算モデルを図2-8に示す。

ロ. コントロール建屋屋上床躯体表面の評価の場合

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置(B-2)入力変圧器(6号機)が保有する絶縁油(1種4号絶縁油)が燃焼を継続する間、一定の輻射強度でコントロール建屋屋上床躯体表面が昇温される場合における同建屋屋上床躯体表面の温度(T)を式1のとおり算出する。また、計算モデルを図2-9に示す。

表 2-2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の設置状況

(法令に基づく届出対象施設*1) (1/2)

No	施設名称	区分	危険物の品名	貯蔵量	影響先との隔離距離			
					建屋	軽油タンク	設備燃料移送ポンプ	非常用ディーゼル発電
1	軽油タンク (1号機)	屋外 タンク 貯蔵所	第2石油類 軽油	344kL×2	—*2			
2	軽油タンク (2号機)			344kL×2				
3	軽油タンク (3号機)			344kL×2				
4	軽油タンク (4号機)			344kL×2				
5	軽油タンク (5号機)			344kL×2				
6	軽油タンク (6号機)			565kL×2	23m	12m*3	9m*4	92m
7	軽油タンク (7号機)			565kL×2	—*2			
8	第一ガスタービン発電機用燃料タンク	地下 タンク 貯蔵所	第2石油類 軽油	107.8kL	—*5			
		一般 取扱所	第4石油類 潤滑油	71.84kL	—*2			
9	ガスタービン車他燃料供給設備	地下 タンク 貯蔵所	第2石油類 軽油	107.6kL	—*5			
		一般 取扱所	第4石油類 潤滑油	75.68kL 0.35kL	—*2			
10	ガスタービン発電設備用燃料タンク	地下 タンク 貯蔵所	第2石油類 軽油	30kL	—*5			

注：  評価対象危険物タンク

注記*1 : 消防法又は柏崎市火災予防条例に基づく届出対象となる危険物タンク等を対象とする。

*2 : 軽油タンク (6号機) の評価に包絡されるため、評価対象外とする。

*3 : 隣接軽油タンクまでの距離を示す。

*4 : 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板までの隔離距離を示す。

*5 : 地下タンクのため、評価対象外とする。

表 2-2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の設置状況
(法令に基づく届出対象施設*1) (2/2)

No	施設名称	区分	危険物の品名	貯蔵量	影響先との離隔距離			
					建屋	軽油タンク	非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ	主排気筒
11	補助ボイラー用変圧器 3A	変電設備	1種4号絶縁油	31.8kL	—*2			
12	補助ボイラー用変圧器 4A, 4B, 4C	変電設備	1種4号絶縁油	9.1kL×3				

注記*1 : 消防法又は柏崎市火災予防条例に基づく届出対象となる危険物タンク等を対象とする。

*2 : 軽油タンク (6号機) の評価に包絡されるため、評価対象外とする。

表 2-3 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の設置状況
(法令に基づく届出対象ではない施設*1) (1/3)

No	施設名称	危険物の品名	数量	影響先との離隔距離			
				建屋	軽油タンク	設備燃料移送ポンプ	非常用ディーゼル発電
1	主変圧器 (1号機)	1種4号 絶縁油	193kL	—*2			
2	主変圧器 (2号機)		198kL				
3	主変圧器 (3号機)		193kL				
4	主変圧器 (4号機)		190kL				
5	主変圧器 (5号機)		190kL				
6	主変圧器 (6号機)		200kL	13m	90m	84m*3	24m
7	主変圧器 (7号機)		214kL	—*2			
8	PLR-INV(A)入力変圧器(3号機)		8.2kL				
9	PLR-INV(B)入力変圧器(3号機)		8.2kL				
10	PLR-INV(A)入力変圧器(4号機)		9.7kL				
11	PLR-INV(B)入力変圧器(4号機)		9.7kL				
12	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置(A-1)入力変圧器(6号機)		3.61kL				
13	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置(A-2)入力変圧器(6号機)		13.7kL				
14	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置(B-1)入力変圧器(6号機)		3.61kL				

注： 評価対象危険物タンク等

注記*1：消防法又は柏崎市火災予防条例に基づく届出対象ではない施設を対象とする。

*2：主変圧器(6号機)の評価に包絡されるため、評価対象外とする。

*3：非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板までの離隔距離を示す。

表 2-3 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の設置状況
(法令に基づく届出対象ではない施設*1) (2/3)

No	施設名称	危険物の品名	数量	影響先との離隔距離			
				建屋	軽油タンク	設備燃料移送ポンプ	非常用ディーゼル発電 主排気筒
15	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機)	1種4号 絶縁油	13.7kL	5m*2	—*3	—*3	—*3
16	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (A-1) 入力変圧器 (7号機)		3.7kL				
17	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (A-2) 入力変圧器 (7号機)		9.5kL				
18	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-1) 入力変圧器 (7号機)		3.7kL				
19	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (7号機)		9.5kL				
20	所内変圧器 1A, 1B (1号機)		18.4kL×2				
21	所内変圧器 2A, 2B (2号機)		17.2kL×2				
22	所内変圧器 3A (3号機)		17.2kL				
23	所内変圧器 3B (3号機)		17.3kL				
24	所内変圧器 4A, 4B (4号機)		18.1kL×2				
25	所内変圧器 5A, 5B (5号機)		18.1kL×2				

注： 評価対象危険物タンク等

注記*1：消防法又は柏崎市火災予防条例に基づく届出対象ではない施設を対象とする。

*2：コントロール建屋屋上床躯体表面の輻射強度が最大となる離隔距離を示す。

*3：主変圧器 (6号機) の評価に包絡されるため、評価対象外とする。

表 2-3 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の設置状況
(法令に基づく届出対象ではない施設*1) (3/3)

No	施設名称	危険物の品名	数量	影響先との離隔距離				
				建屋	軽油タンク	設備燃料移送ポンプ	非常用ディーゼル発電	主排気筒
26	所内変圧器 6A (6号機)	1種4号 絶縁油	21kL					
27	所内変圧器 6B (6号機)		20.5kL					
28	所内変圧器 7A, 7B (7号機)		19.2kL×2					
29	No. 1 高起動変圧器		78.3kL					
30	No. 2, 3 高起動変圧器		70kL×2					
31	低起動変圧器 1SA, 1SB		25.9kL					
32	低起動変圧器 3SA, 3SB		25.2kL					
33	低起動変圧器 5SA, 5SB		17.05kL					
34	低起動変圧器 6SA, 6SB		24.6kL					
35	励磁変圧器 (1号機)		13.2kL					
36	励磁変圧器 (2号機)		13.5kL					
37	励磁変圧器 (3号機)		13.5kL					
38	励磁変圧器 (4号機)		9.5kL					
39	励磁変圧器 (5号機)		9.5kL					
40	No. 1 工事用変圧器		8.585kL					
41	No. 2 工事用変圧器		11.5kL					
42	予備変圧器		45.4kL					
43	補助ボイラー用変圧器 5A, 5B	30.8kL×2						

—*2

注記*1 : 消防法又は柏崎市火災予防条例に基づく届出対象ではない施設を対象とする。

*2 : 主変圧器 (6号機) の評価に包絡されるため、評価対象外とする。

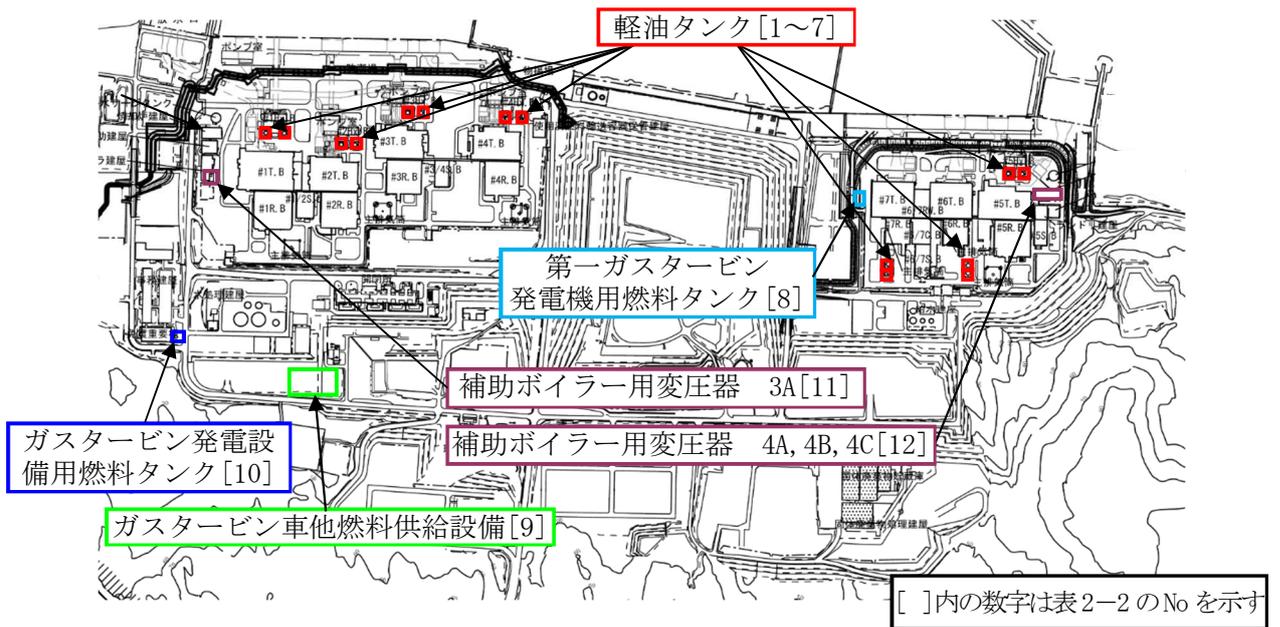


図 2-3 発電所敷地内に設置する危険物タンク等施設の配置図
(法令に基づく届出対象施設)

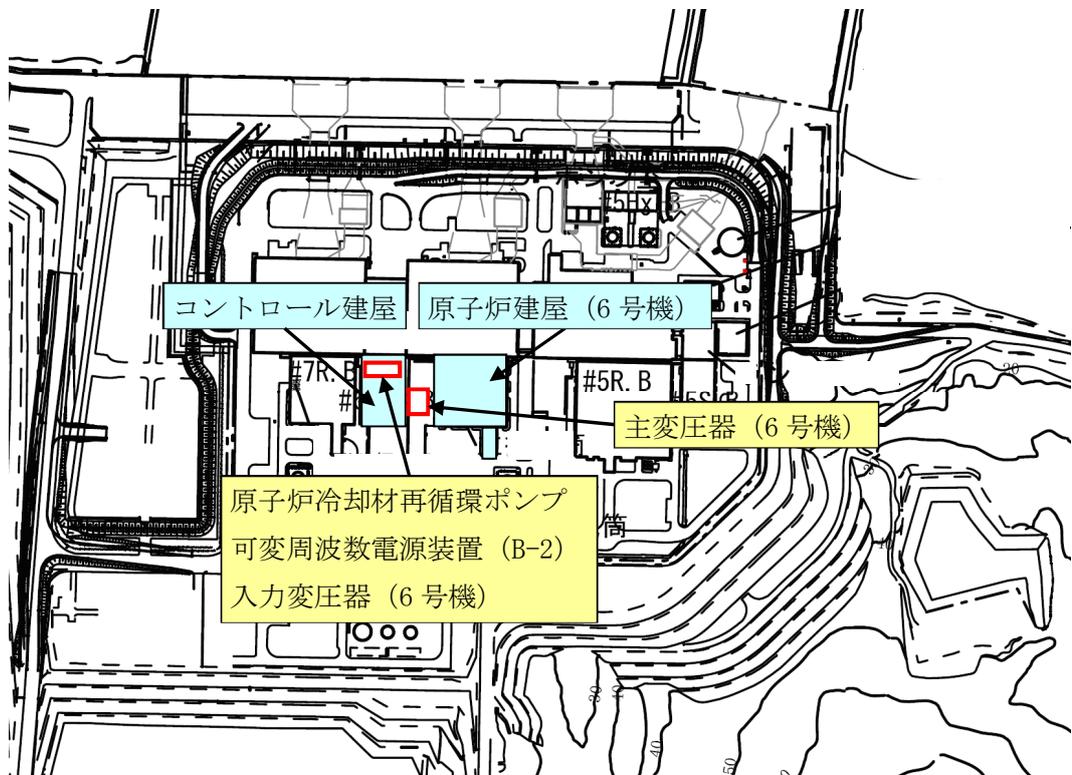


図 2-4 発電所敷地内に設置する危険物タンク等施設の配置図
(法令に基づく届出対象ではない施設)

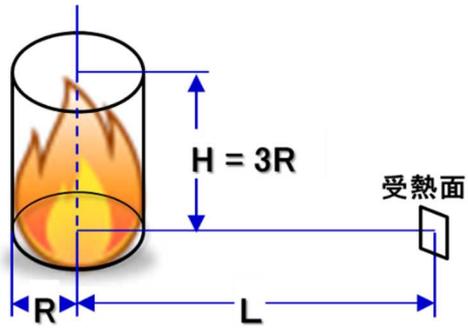


図 2-5 外部火災で想定する火炎モデル

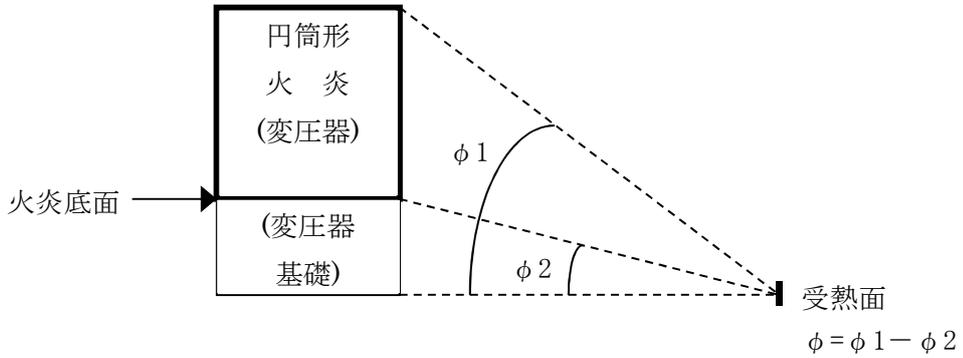


図 2-6 受熱面の高さによる形態係数の算出
(石油コンビナートの防災アセスメント指針より)

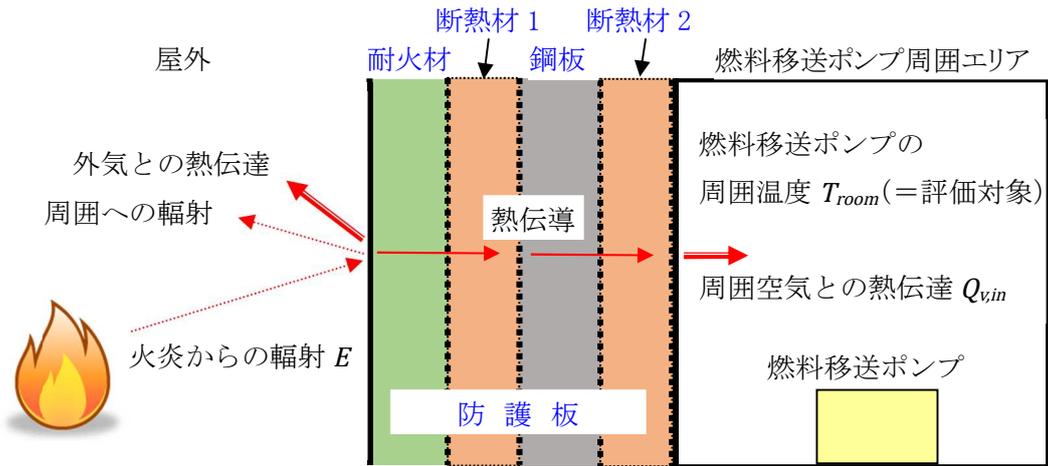


図 2-7 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の計算モデル

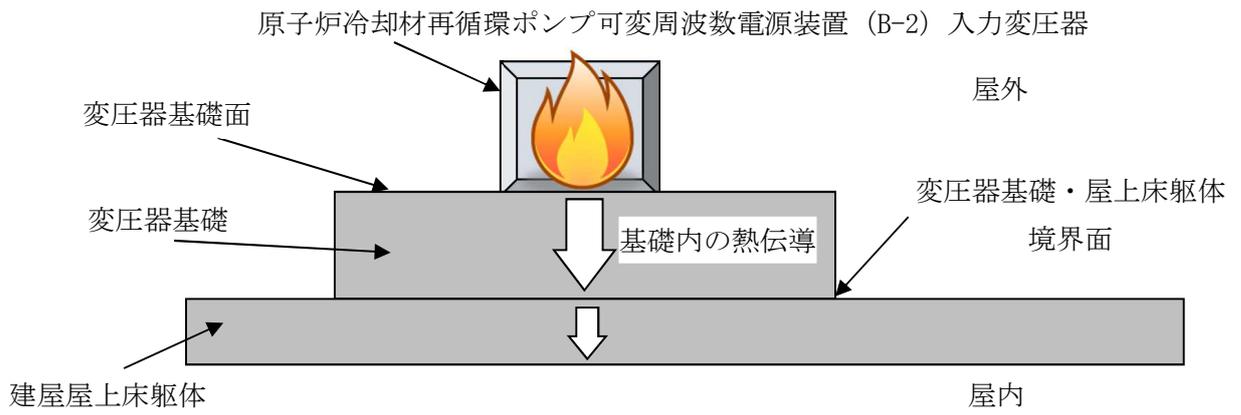


図 2-8 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6 号機)
基礎・屋上床躯体境界面の計算モデル

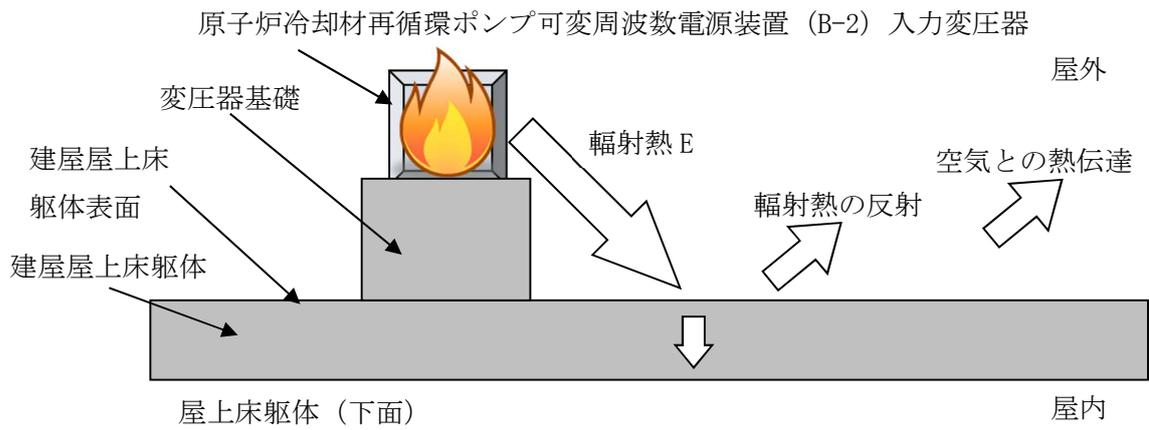


図 2-9 コントロール建屋屋上床躯体表面の計算モデル

K6 ① VI-1-1-3-5-5 R0

2.1.3 航空機墜落による火災の評価について

(1) 評価方針

航空機落下確率の評価条件の違いから落下事故のカテゴリに分類し、各カテゴリにおいて燃料積載量が最大の機種を評価対象航空機として選定する。落下事故のカテゴリの分類を表 2-4 に示す。

「計器飛行方式民間航空機」の落下事故のうち、「飛行場での離着陸時」については、柏崎刈羽原子力発電所までの距離が最大離着陸距離より短い空港がないため、評価対象外とする。「航空路を巡航中」の落下事故については、柏崎刈羽原子力発電所上空に航空路が存在するため、評価対象とする。「有視界飛行方式民間航空機」の落下事故のうち、「小型民間航空機（固定翼，回転翼）」については、「自衛隊機又は米軍機」（KC-767）と比較すると、外部事象防護対象施設までの離隔距離が長く、燃料積載量が少ないことから、墜落による火災の影響が「自衛隊機又は米軍機」に包絡されるため、評価対象航空機の選定対象外とする。

「自衛隊機又は米軍機」の落下事故のうち、「訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中」については、柏崎刈羽原子力発電所周辺上空には、自衛隊機又は米軍機の訓練空域はないため、訓練空域外を飛行中の落下事故を評価対象とする。「基地－訓練空域間往復時」については、柏崎刈羽原子力発電所は基地－訓練空域間の往復の想定範囲内にはないため評価対象外とする。

離隔距離の算出については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」（平成 21・06・25 原院第 1 号）において、外部火災の影響を考慮する施設の標的面積をパラメータの一つとして、各カテゴリの航空機落下確率を算出する評価方法が示されており、この評価方法を参照し、各カテゴリの航空機落下確率が、 10^{-7} （回/炉・年）となる場合の標的面積を算出し、その標的面積に相当する離隔距離を求める。評価対象航空機の選定結果を表 2-5 に示す。

選定された評価対象航空機の燃料積載量等を勘案して、評価対象航空機ごとに外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

また、航空機落下確率の変更により評価結果に影響がある場合は、必要に応じて外部火災の影響を考慮する施設への影響を再評価する。

(2) 評価条件

- a. 航空機は、柏崎刈羽原子力発電所における航空機落下評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。
- b. 航空機は燃料を満載した状態を想定する。
- c. 航空機の墜落は発電所敷地内であって落下確率が 10^{-7} （回/炉・年）以上になる範囲のうち外部火災の影響を考慮する施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。
- d. 航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。
- e. 航空機のタンク投影面積を円筒の底面と仮定し、火災は円筒火災をモデルとし、火災の高さは燃焼半径の 3 倍とする。

f. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

対象航空機の燃料タンク投影面積等から求める燃焼半径，燃料量により燃焼継続時間を求め，その燃焼継続時間，輻射強度を用いて外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w'	m	航空機の燃料タンク幅
d'	m	航空機の燃料タンク奥行き
$w \times d'$	m ²	航空機の燃料タンク投影面積
ϕ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m ² ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度

b. 建屋表面温度等の算出

(a) 建屋の評価の場合

航空機墜落による火災の建屋表面温度等の計算方法は、「2.1.2(3)計算方法」と同じであり，建屋表面温度(T)を式17のとおり算出する。

(b) 軽油タンク，非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）及び主排気筒の評価の場合

航空機墜落による火災の軽油タンク，非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）及び主排気筒の計算方法は、「2.1.1(3)計算方法」と同じである。

表 2-4 落下事故のカテゴリの分類

落下事故のカテゴリ		分類
(1) 計器飛行方式民間航空機	飛行場での離着陸時	—*1
	航空路を巡航中	①大型民間航空機 (固定翼, 回転翼)
(2) 有視界飛行方式民間航空機		②小型民間航空機*2 (固定翼, 回転翼)
(3) 自衛隊機又は米軍機	訓練空域内で訓練中及び 訓練空域外を飛行中	③大型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)
		④小型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)
	基地-訓練空域間往復時	—*3

注記*1 : 柏崎刈羽原子力発電所までの距離が最大離着陸距離より短い空港がないため
評価対象外。

*2 : 計器飛行方式民間航空機の小型機は、有視界飛行方式として評価する。

*3 : 柏崎刈羽原子力発電所は基地-訓練空域間の往復の想定範囲内にないため対象外。

表 2-5 対象航空機の選定結果

	計器 飛行 方式 民間 航空 機	有視界飛行方式民間航空機		自衛隊機又は米軍機	
				訓練空域外を飛行中	
		大型民間航空機 (固定翼, 回転翼)	小型民間航空機 (固定翼, 回転翼)	大型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)	小型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)
対 象 航 空 機		B747-400	—*	KC-767	UH-2

注記* : 有視界飛行方式民間航空機のうち、小型機の評価対象航空機は、自衛隊機又は
米軍機の「訓練空域外を飛行中」に包絡される。

2.1.4 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による重畳火災の評価について

(1) 評価方針

重畳火災は、敷地内の危険物タンク等の火災と航空機墜落による火災を想定し、外部火災の影響を考慮する施設の受熱面に対し、最も厳しい条件とする。

火災源として、外部火災の影響を考慮する施設のうち、建屋及び主排気筒の重畳火災については、航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)以上となる範囲にある危険物タンク等のうち評価結果が最も厳しくなる7号機の軽油タンク2基及び航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)となる位置で7号機の軽油タンク2基との火災影響評価が最も厳しくなる軍用航空機のKC-767を選定し、当施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。同様に、外部火災の影響を考慮する施設のうち、軽油タンク及び非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ(防護板)の重畳火災については、航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)以上となる範囲にある危険物タンク等のうち評価結果が最も厳しくなる5号機の主変圧器及び航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)となる位置で5号機の主変圧器との火災影響評価が最も厳しくなる軍用航空機のUH-2を選定し、当施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)となる航空機落下位置とその周辺の危険物タンク等の位置を図2-10に示す。

なお、6号機の軽油タンクについては、「2.1.3 航空機墜落による火災の評価について」において、航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)となる落下位置より内側の軽油タンクが航空機墜落による火災によって発火しないことを示すことから火災源として考慮しない。

(2) 評価条件

前述の「2.1.2(2)評価条件」と「2.1.3(2)評価条件」と同じである。

(3) 計算方法

火災源の防油堤又は航空機の燃料タンクの投影面積等から燃焼半径、燃料より燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、輻射強度等により外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出する。

a. 燃焼半径の算出

それぞれの火災源に対して、燃焼半径(R)を式10又は式11のとおり算出する。

b. 形態係数の算出

それぞれの火災源に対して、形態係数(ϕ)を式12のとおり算出する。

c. 輻射強度の算出

それぞれの火災源に対して、輻射強度(E)を式13のとおり算出する。

d. 燃焼継続時間の算出

それぞれの火災源に対して，燃焼継続時間(t)を式 14 のとおり算出する。

e. 温度の算出

(a) 建屋の評価の場合

それぞれの火災源より得られた輻射強度(E)と燃焼継続時間(t)の合計値を式 17 に入力し，建屋表面温度を算出する。

(b) 軽油タンクの評価の場合

それぞれの火災源より得られた輻射強度(E)と燃焼継続時間(t)の合計値を式 2 に入力し，軽油タンク内の軽油の温度を算出する。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の評価の場合

それぞれの火災源より得られた輻射強度(E)と燃焼継続時間(t)の合計値を式 3 に入力し，非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲を防護する非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材（耐火材，断熱材及び鋼板の組合せ）のうち，耐火材及び断熱材の設置を考慮せず，保守的に鋼板のみの構造を仮定した場合における鋼板外面（受熱面側）の温度を算出する。

(d) 主排気筒の評価の場合

それぞれの火災源より得られた輻射強度(E)の合計値を式 4 に入力し，主排気筒表面温度を算出する。

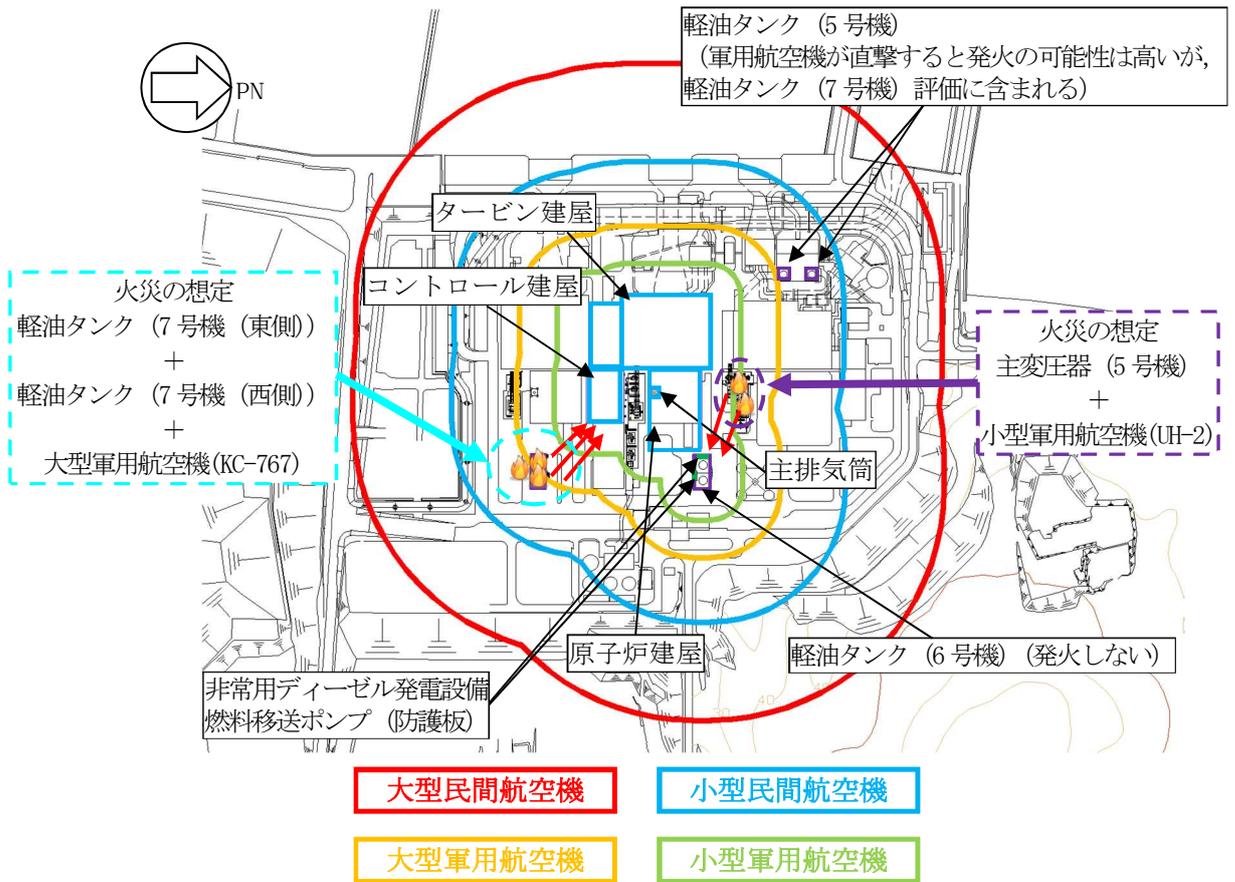


図 2-10 航空機落下位置と危険物タンク等の位置

2.1.5 天井スラブの評価について

天井スラブの評価については、以下の3点から垂直外壁面より温度が高くなることはなく、垂直外壁面の評価に包絡される。火災源と天井スラブの位置関係を図2-11に示す。

- ①火炎長が建屋天井面より短い場合は、天井スラブに輻射熱は届かないことから輻射熱による直接的な熱影響はない。
- ②火炎長が建屋天井面より長くなる場合は輻射熱が天井スラブに届くが、その輻射熱は側面の輻射熱より小さい。
- ③火炎からの離隔距離が等しい場合、垂直面（側面）と水平面（天井面）の形態係数は、垂直面の方が大きいことから、天井スラブの熱影響は側面に比べて小さい。垂直面と水平面の形態係数の大小関係を図2-12に示す。

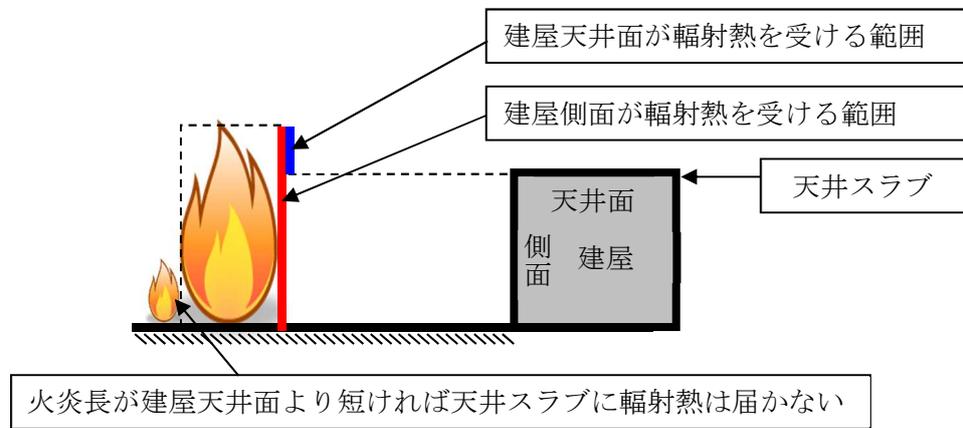


図2-11 火災源と天井スラブの位置関係図

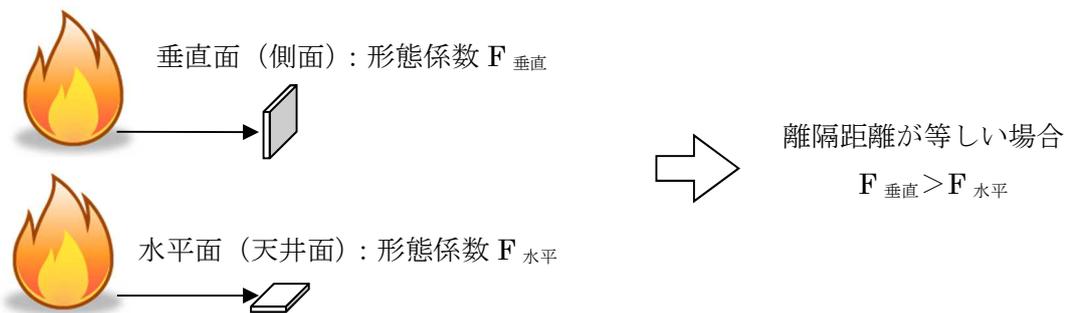


図2-12 垂直面と水平面の形態係数の大小関係

2.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価方針

2.2.1 石油コンビナート施設の火災・爆発の評価について

(1) 評価方針

近隣の産業施設の火災・爆発のうち石油コンビナート施設の火災・爆発の評価については、石油コンビナート施設の位置を特定し、発電所敷地外 10km 以内に存在しないことを確認する。石油コンビナート施設の位置を図 2-13 に示す。



注：図の位置はおおよその場所を示している。

図 2-13 石油コンビナート施設の位置

2.2.2 危険物貯蔵施設の火災の評価について

(1) 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の危険物貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設の一覧を表 2-6 に示す。そのうち、柏崎刈羽原子力発電所から最短の距離に位置する危険物貯蔵施設及び最大の貯蔵量を保有する危険物貯蔵施設をそれぞれ選定した上で、最短距離の危険物貯蔵施設に最大貯蔵量を保有するものと仮定し評価する。火災源として想定する危険物貯蔵施設の選定結果を表 2-7 に、最短距離の危険物貯蔵施設及び最大貯蔵量を保有する危険物貯蔵施設の位置を図 2-14 に示す。

火災源として想定する危険物貯蔵施設の輻射発散度については、最大貯蔵量を保有するとして選定した危険物貯蔵施設の油種が二種類（原油及びメタノール）あることから、評価上厳しくなるよう、値が大きい方の原油の輻射発散度を用いて評価する。

また、燃焼継続時間の算出については、原油とメタノールが同じ防油堤の中に貯蔵されていることを踏まえて、原油とメタノールの燃焼継続時間を加算した値を用いて評価する。

(2) 評価条件

- a. 危険物貯蔵施設の貯蔵量は、最大容量を想定する。
- b. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、危険物貯蔵施設の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- c. 火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- d. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

火災源の防油堤面積から求める燃焼半径、燃料量により燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、外部火災の影響を考慮する施設の温度が許容温度となる輻射強度等を用いて危険距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤幅
d	m	防油堤奥行き
$w \times d$	m ²	防油堤面積
ϕ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m ² ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
m	kg	燃料の質量

b. 燃焼半径の算出

燃焼半径(R)を式 10 のとおり算出する。

c. 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間(t)を式 14 のとおり算出する。

d. 輻射強度の算出

(a) 建屋の評価の場合

建屋表面温度が許容温度 200℃となるときの輻射強度(E)を式 17 のとおり算出する。

(b) 軽油タンクの評価の場合

軽油タンク内の軽油の温度が許容温度 225℃となるときの輻射強度(E)を式 2 のとおり算出する。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ(防護板)の評価の場合

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲を防護する非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材(耐火材, 断熱材及び鋼板の組合せ)のうち, 耐火材及び断熱材の設置を考慮せず, 保守的に鋼板のみの構造を仮定した場合における

鋼板外面（受熱面側）の温度が許容温度 100°C となるときの輻射強度 (E) を式 3 のとおり算出する。

(d) 主排気筒の評価の場合

主排気筒表面温度が許容温度 325°C となるときの輻射強度 (E) を式 4 のとおり算出する。

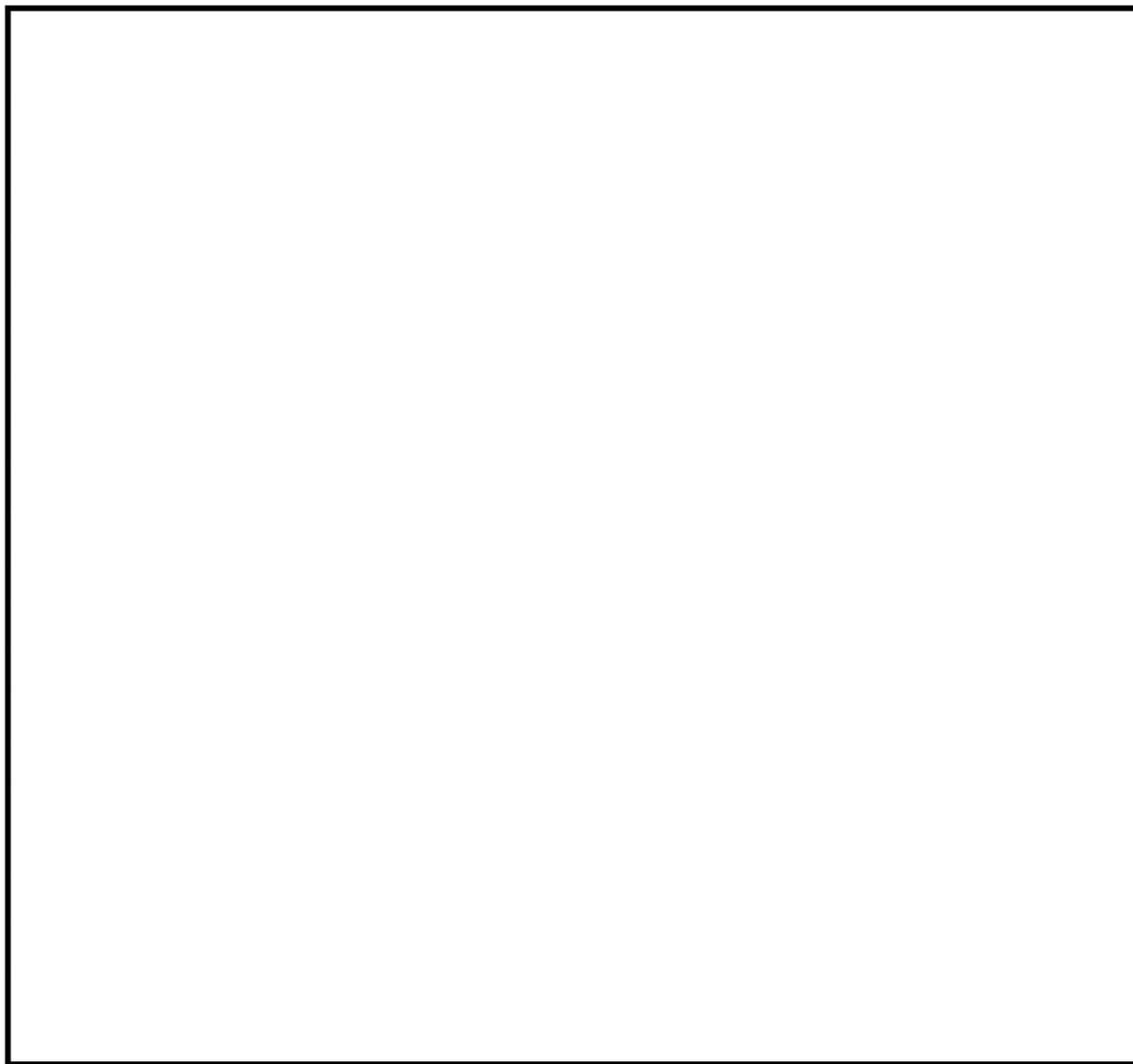
e. 形態係数の算出

形態係数 (ϕ) を式 13 を用いて算出する。

f. 危険距離の算出

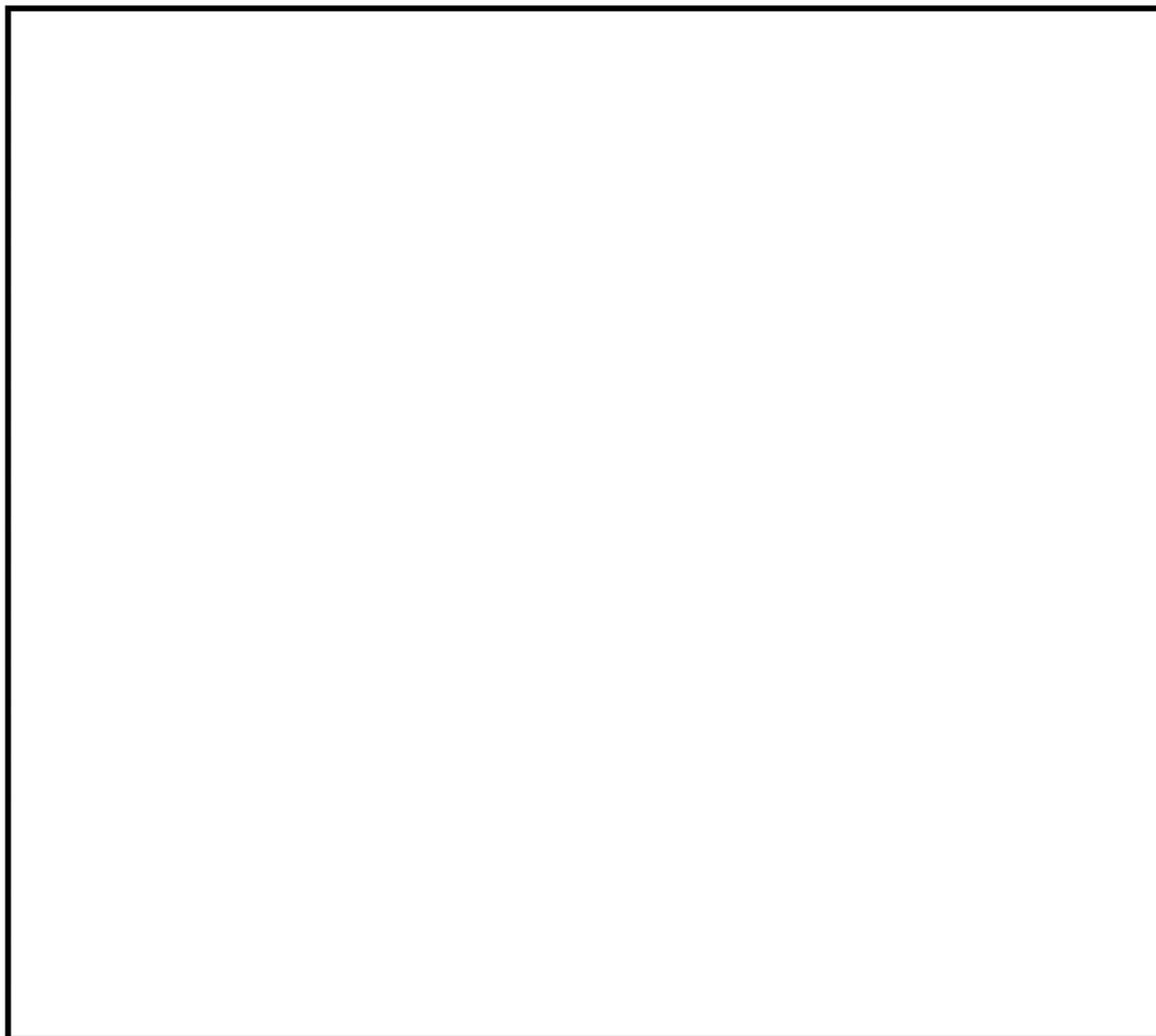
形態係数 (ϕ)、火炎長 (H) 及び燃焼半径 (R) を用いて危険距離 (L) を、式 12 を用いて算出する。

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (1/3)



K6 ① VI-1-1-3-5-5 R0

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (2/3)



K6 ① VI-1-1-3-5-5 R0

注記*1 : 最短距離に位置する危険物貯蔵施設である。

*2 : 最大貯蔵量を保有する危険物貯蔵施設である。

表 2-6 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する危険物貯蔵施設 (3/3)

--

K6 ① VI-1-1-3-5-5 R0

表 2-7 火災源として想定する危険物貯蔵施設の選定結果

		貯蔵量 (L)	輻射発散度 (W/m ²)	距離 (km)
油 種 名	原油	200000	41×10 ³	2.3
		300000		
		100000		
		490000		
	メタノール	18000	9.8×10 ³	
火災源として想定する危険物貯蔵施設		1108000	41×10 ³ *	

注記*：評価上厳しくなるよう、値が大きい方の原油の輻射発散度を用いて評価する。



図 2-14 最短距離の危険物貯蔵施設及び最大貯蔵量を保有する危険物貯蔵施設の位置

2.2.3 高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発の評価について

(1) 高圧ガス貯蔵施設の火災の評価について

a. 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

発電所敷地外半径 10km 以内に存在する高圧ガス貯蔵施設の一覧を表 2-8 に示す。そのうち、柏崎刈羽原子力発電所から最短の距離に位置する高圧ガス貯蔵施設及び最大の貯蔵量を保有する高圧ガス貯蔵施設をそれぞれ選定した上で、最短距離の高圧ガス貯蔵施設に最大貯蔵量を保有するものと仮定し評価する。火災源として想定する高圧ガス貯蔵施設の選定結果を表 2-9 に、最短距離の高圧ガス貯蔵施設及び最大貯蔵量を保有する高圧ガス貯蔵施設の位置を図 2-15 に示す。



発電所敷地外半径 10km 以内に存在するガスパイプラインの一覧を表 2-10 に示す。

b. 評価条件

- (a) 高圧ガス貯蔵施設の貯蔵量は、最大容量を想定する。
- (b) 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、高圧ガス貯蔵施設の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- (c) 火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- (d) 気象条件は無風状態とする。

c. 計算方法

前述の「2.2.2(3)計算方法」と同じである。

(2) 高圧ガス貯蔵施設の爆発の評価について

a. 危険限界距離の評価

(a) 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設の貯蔵量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設へのガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

爆発源として想定する高圧ガス貯蔵施設の選定結果及び位置は、「(1)a. 評価方針」と同じ（表 2-9、図 2-15 参照）とする。

(b) 評価条件

- イ. 高圧ガス漏えい，引火によるガス爆発とする。
- ロ. 気象条件は無風状態とする。

(c) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から処理設備の設備定数を求める。その設備定数を用いて，ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を算出する。

イ. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
λ	m/kg ^{1/3}	換算距離
K	—	石油類の定数
W	—	処理設備の設備定数
X	m	危険限界距離

ロ. 危険限界距離の算出

危険限界距離(X)を次式のとおり算出する。

$$X = 0.04\lambda \sqrt[3]{K \times W} \quad \text{(式 18)}$$

(出典：評価ガイド)

b. 容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価

(a) 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の高圧ガス貯蔵施設の貯蔵量を勘案して，ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し，その最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

爆発源として想定する容器の貯蔵量は，火災源として想定する高圧ガス貯蔵施設の選定結果（表 2-9 参照）のうち，貯蔵量が最大のものとし，位置については，「(1)a. 評価方針」と同じ（図 2-15 参照）とする。

(b) 評価条件

前述の「(2)a. (b)評価条件」と同じである。

(c) 計算方法

爆発源のガスの貯蔵量を用いて，ガス爆発による容器破裂時における破片の最大飛散距離を算出する。

イ. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
M	kg	破裂時の貯蔵物質質量
L	m	破片の最大飛散距離

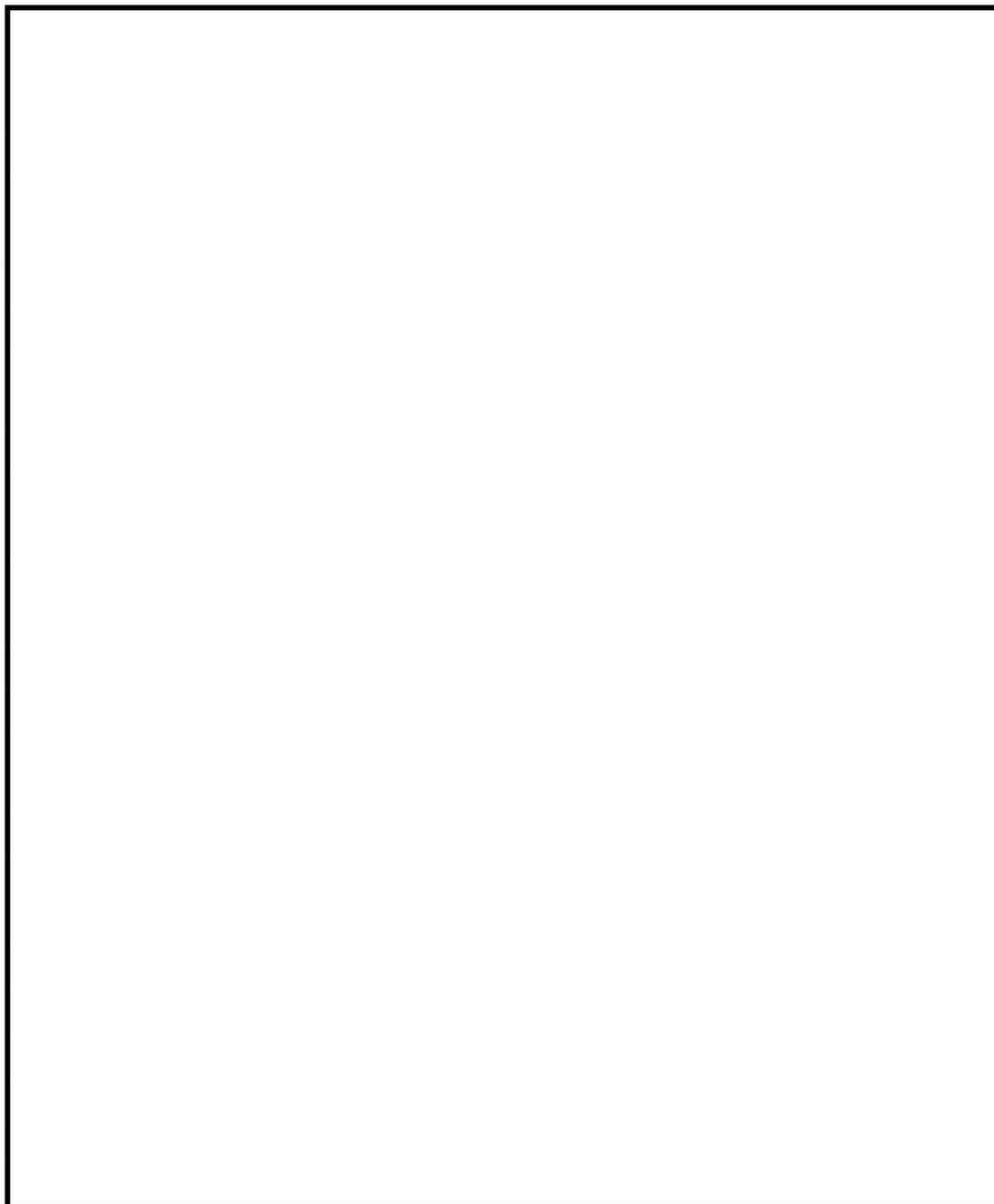
ロ. 最大飛散距離の算出

最大飛散距離(L)を次式のとおり算出する。

$$L = 465 \times M^{0.10} \quad (\text{式 19})$$

(出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針)

表 2-8 発電所敷地外半径 10km 以内に存在する高圧ガス貯蔵施設



K6 ① VI-1-1-3-5-5 R0

注記*1 : 最大貯蔵量を保有する高圧ガス貯蔵施設である。

*2 : 最短距離に位置する高圧ガス貯蔵施設である。

表 2-9 火災源として想定する高圧ガス貯蔵施設の選定結果

ガス名称	最大貯蔵量 (t)		最短距離 (km)
	15	30	
プロパン	15	30	5.0
	20		
合計	65		

表 2-10 発電所敷地外半径 10km 以内に存在するガスパイプライン

--

K6 ① VI-1-1-3-5-5 R0



図 2-15 最短距離の高圧ガス貯蔵施設及び最大貯蔵量を保有する高圧ガス貯蔵施設の位置

2.2.4 燃料輸送車両の火災・爆発の評価について

(1) 燃料輸送車両の火災の評価について

a. 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

火災源として想定する燃料輸送車両は、発電所敷地外半径 10km 以内の施設において液化石油ガス輸送車両が許可申請されていることから、評価上厳しくなるよう、最大規模の液化石油ガス輸送車両が発電所敷地境界の道路で火災を起こすものとして評価する。外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置を図 2-16 に示す。

b. 評価条件

- (a) 輸送燃料は液化石油ガス（プロパン）とする。
- (b) 最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地境界の道路で火災を起こすものとする。
- (c) 燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- (d) 発電所敷地境界の道路での燃料輸送車両の全面火災を想定する。
- (e) 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、燃料輸送車両の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- (f) 火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- (g) 気象条件は無風状態とする。

c. 計算方法

火災源の燃料輸送車両の投影面積から求める燃焼半径，燃料積載量により燃焼継続時間を求め，その燃焼継続時間，外部火災の影響を考慮する施設の温度が許容温度となる輻射強度等を用いて危険距離を算出する。

(a) 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w'	m	燃料輸送車両幅
d'	m	燃料輸送車両長さ
$w' \times d'$	m ²	燃料輸送車両投影面積
ϕ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m ² ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
m	kg	燃料の質量

(b) 危険距離の算出

燃料輸送車両の火災の危険距離の計算方法は、「2.2.2(3)計算方法」と同じである。

(2) 燃料輸送車両の爆発の評価について

a. 危険限界距離の評価

(a) 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設へのガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

爆発源として想定する燃料輸送車両の位置は、「(1)a. 評価方針」と同じ（図 2-16 参照）とする。

(b) 評価条件

- イ. 輸送燃料は液化石油ガス（プロパン）とする。
- ロ. 最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地境界の道路で爆発を起こすものとする。
- ハ. 燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- ニ. 高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発とする。
- ホ. 気象条件は無風状態とする。

(c) 計算方法

前述の「2.2.3(2)a.(c)計算方法」と同じである。

b. 容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価

(a) 評価方針

発電所敷地外半径 10km 以内の燃料輸送車両の燃料積載量等を勘案して、ガス爆発による容器破裂時の破片の最大飛散距離を算出し、その最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

最大規模の燃料輸送車両は加圧貯蔵であるため、大規模なタンク破裂事象である BLEVE が発生する可能性があることから、車両制限令、道路法等をもとに BLEVE により発生する飛来物を設定し、飛来物ごとに最大飛散距離を算出し評価する。

爆発源として想定する燃料輸送車両の位置は、「(1)a. 評価方針」と同じ（図 2-16 参照）とする。

(b) 評価条件

前述の「(2)a.(b)評価条件」と同じである。

(c) 計算方法

飛来物が空中でランダムに回転すると仮定し、外力としては重力及び平均抗力（各方向に平均化した抗力係数と投影面積の積に比例して定義されるもの）を受けるものとして最も遠くまで到達する最大飛散距離を算出する。

イ. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
v_0	m/s	飛来物の最高速度
E	J	タンク爆発により発生するエネルギー
P_1	Pa	タンク内の圧力
P_2	Pa	大気圧力
γ	—	比熱比
A_{ke}	—	爆発エネルギーの飛来物への移行係数
m	kg	飛来物の質量
F	—	空気抵抗による外力
g	m/s ²	重力加速度
C_D	—	流体抵抗係数
A	m ²	飛来物の速度方向に対する投影面積
v	m/s	飛来物の速度
ρ	kg/m ³	空気密度
t	s	時間
L	m	飛散距離

ロ. 最大飛散距離の算出

最大飛散距離 (L) を次式のとおり算出する。

$$\text{水平方向: } m \frac{dv_x}{dt} = F \frac{v_x}{v(t)} \quad (\text{式 20})$$

$$\text{鉛直方向: } m \frac{dv_y}{dt} = F \frac{v_y}{v(t)} - mg \quad (\text{式 21})$$

$$F = -\frac{1}{2} C_D A \rho v(t)^2 \quad (\text{式 22})$$

$$v(t) = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (\text{式 23})$$

$$\left. \begin{aligned} y_0 &= -\int_0^\tau v_y dt \\ L &= \int_0^\tau v_x dt \end{aligned} \right\} \quad (\text{式 24})$$

ただし、 τ は敷地に到達するまでの時間



図 2-16 外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置

2.2.5 漂流船舶の火災・爆発の評価について

(1) 漂流船舶の火災の評価について

a. 評価方針

漂流船舶の燃料積載量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び建屋を除く屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

柏崎刈羽原子力発電所では発電所構内に入構する危険物輸送船舶が存在しないことから、火災源として想定する船舶は、発電所前面の海域で航行中の船舶が漂流した上で港湾内に進入し、火災を起こすものとして評価する。外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置を図 2-17 に示す。

b. 評価条件

- (a) 輸送燃料は液化石油ガス（プロパン）とする。
- (b) 港湾内に入港可能な大きさで実際に存在する最大の船舶とする。
- (c) 漂流船舶は燃料を満載した状態を想定する。
- (d) 発電所港湾内での漂流船舶の全面火災を想定する。
- (e) 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、漂流船舶の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- (f) 火災は円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- (g) 気象条件は無風状態とする。

c. 計算方法

火災源の漂流船舶の投影面積から求める燃焼半径、燃料積載量により燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、外部火災の影響を考慮する施設の温度が許容温度となる輻射強度等を用いて危険距離を算出する。

(a) 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w'	m	漂流船舶幅
d'	m	漂流船舶長さ
$w' \times d'$	m ²	漂流船舶投影面積
ϕ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎高さ
E	W/m ²	輻射強度
Rf	W/m ²	輻射発散度
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/(m ² ・s)	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
m	kg	燃料の質量

(b) 危険距離の算出

漂流船舶の火災の危険距離の計算方法は、「2.2.2(3)計算方法」と同じである。

(2) 漂流船舶の爆発の評価について

a. 評価方針

漂流船舶の燃料積載量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設へのガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない0.01MPaとなる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

爆発源として想定する漂流船舶の位置は、「(1)a. 評価方針」と同じ(図2-17参照)とする。

b. 評価条件

- イ. 輸送燃料は液化石油ガス(プロパン)とする。
- ロ. 港湾内に入港可能な大きさで実際に存在する最大の船舶とする。
- ハ. 漂流船舶は燃料を満載した状態を想定する。
- ニ. 高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発とする。
- ホ. 気象条件は無風状態とする。

c. 計算方法

前述の「2.2.3(2)a.(c)計算方法」と同じである。

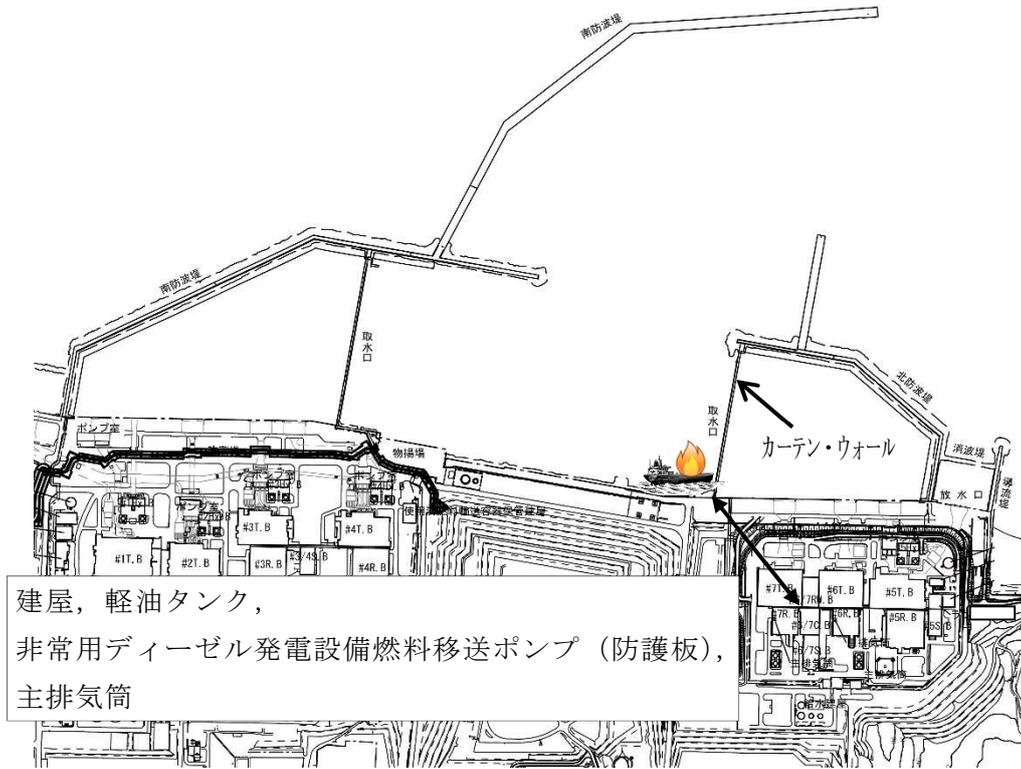


図 2-17 外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置

VI-1-1-3-5-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果

目 次

1. 概要	1
2. 評価条件及び評価結果	1
2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価条件及び評価結果	1
2.1.1 森林火災	1
2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災	4
2.1.3 航空機墜落による火災	13
2.1.4 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による重畳火災	18
2.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価条件及び評価結果	23
2.2.1 石油コンビナート施設の火災・爆発	23
2.2.2 危険物貯蔵施設の火災	23
2.2.3 高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発	27
2.2.4 燃料輸送車両の火災・爆発	31
2.2.5 漂流船舶の火災・爆発	37

1. 概要

本資料は、外部事象防護対象施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価条件及び評価結果について説明するものである。

外部事象防護対象施設の健全性を確認するための評価は、VI-1-1-3-5-5「外部火災防護における評価方針」に従って行う。

2. 評価条件及び評価結果

2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価条件及び評価結果

2.1.1 森林火災

森林火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-1 に示す。

(1) 危険距離の評価条件及び評価結果

a. 必要データ

評価指標	森林火災の評価条件
火炎輻射発散度 (kW/m ²)	最大火線強度の値を火炎輻射発散度の値に変換したもの (100kW/m ²)
火炎長 (m)	火炎の高さ (3.08m)
火炎到達幅 (m)	到達火炎の横幅 (3730m)

b. 外部火災の影響を考慮する施設の評価条件及び評価結果

外部火災の影響を考慮する施設と防火帯の位置関係及び離隔距離を図 2-1 に示す。

(a) 外部事象防護対象施設を内包する建屋（以下「建屋」という。）

防火帯の外縁（火炎側）から最も近い距離にある建屋は、原子炉建屋であることから以下に危険距離の評価条件及び評価結果を示す。

H (m)	W (m)	E (kW/m ²)	Rf (kW/m ²)
3.08	3730	15.5	100

T (°C)	T_0 (°C)	c_p (J/(kg·K))	コンクリート ρ (kg/m ³)	λ (W/(m·K))
200	50	879	2200	1.63

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
21	431

結果
危険距離を評価した結果，21m となり，その危険距離を上回る離隔距離 431m を確保していることを確認した。

(b) 軽油タンク

ε (-)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)	C (J/K)
0.9	224	224	17	8.72×10^8

T_{air} ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	H (m)	W (m)	Rf (kW/m^2)
38	38	3.08	3730	100

t (s)	T ($^{\circ}C$)
3060	225

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
2	392

結果
危険距離を評価した結果，2m となり，その危険距離を上回る離隔距離 392m を確保していることを確認した。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲を防護する非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材（耐火材，断熱材及び鋼板の組合せ）のうち，耐火材及び断熱材の設置を考慮せず，保守的に鋼板のみの構造を仮定した場合における鋼板外面（受熱面側）の危険距離の評価条件及び評価結果を示す。

ε (-)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)	T_{air} ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	H (m)
0.96	17	55	55	3.08

W (m)	Rf (kW/m ²)	t (s)	T (°C)
3730	100	3060	100

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
89	402

結果
危険距離を評価した結果、89m となり、その危険距離を上回る離隔距離 402m を確保していることを確認した。

(d) 主排気筒

ε (—)	h (W/(m ² ·K))	T_0 (°C)	T (°C)
0.9	17	50	325

H (m)	W (m)	Rf (kW/m ²)
3.08	3730	100

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
30	492

結果
危険距離を評価した結果、30m となり、その危険距離を上回る離隔距離 492m を確保していることを確認した。

2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の温度の評価結果を整理し、表 2-2 に示す。

(1) 温度の評価条件及び評価結果

a. 軽油タンク火災

(a) 建屋（原子炉建屋）の評価条件及び評価結果

軽油タンク（6号機）に最も近い距離にある建屋は、原子炉建屋であることから以下に建屋表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

原子炉建屋と軽油タンク（6号機）の位置関係及び離隔距離は、図 2-2 に示す。

$w \times d$ (m^2)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m^2)	V (m^3)
289	23	28.8	42.0	565

v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	軽油 ρ (kg/m^3)	T_0 ($^{\circ}C$)	ε (-)
4.79×10^{-5}	0.044	918	50	0.95

h ($W/(m^2 \cdot K)$)	c ($J/(kg \cdot K)$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	k ($W/(m \cdot K)$)
34.9	879	2200	1.63

建屋表面温度 ($^{\circ}C$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}C$)
198	200

結果
軽油タンク（6号機）火災時の原子炉建屋の建屋表面温度を評価した結果、 $198^{\circ}C$ となり、コンクリート許容温度 $200^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(b) 軽油タンクの評価条件及び評価結果

隣接する軽油タンクの軽油温度の評価条件及び評価結果を示す。

隣接する軽油タンクと火災源の軽油タンク（6号機）の位置関係及び離隔距離は、
図2-2に示す。

$w \times d$ (m^2)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m^2)	V (m^3)
289	12	28.8	42.0	565

v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	軽油 ρ (kg/m^3)	T_{air} ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)
4.79×10^{-5}	0.044	918	38	38

ε ($-$)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)	C (J/K)
0.9	224	224	17	8.72×10^8

軽油タンクの 軽油温度 ($^{\circ}C$)	許容温度 ($^{\circ}C$)
179	225

結果
軽油タンク(6号機)火災時の隣接する軽油タンクの軽油温度を評価した結果, $179^{\circ}C$ となり, 許容温度 $225^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の評価条件及び評価結果

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲を防護する非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材（耐火材, 断熱材及び鋼板の組合せ）による耐火性能を考慮した場合における同防護板内部の非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度の評価条件及び評価結果を示す。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）と軽油タンク（6号機）の位置関係及び離隔距離は、図2-2に示す。

$w \times d$ (m^2)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m^2)	V (m^3)
289	9	28.8	42.0	565

v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	軽油 ρ (kg/m^3)	T_0 ($^{\circ}C$)	T_{air} ($^{\circ}C$)
4.79×10^{-5}	0.044	918	38	55

h_{in} ($W/(m^2 \cdot K)$)	A (m^2)	V_p (m^3)	空気 c_p ($J/(kg \cdot K)$)	空気 ρ (kg/m^3)
10.2	111.5	49.0	1007	1.112

耐火材		
c_p ($J/(kg \cdot K)$)	ρ (kg/m^3)	λ ($W/(m \cdot K)$)
830	220	0.079

断熱材 1		
c_p ($J/(kg \cdot K)$)	ρ (kg/m^3)	λ ($W/(m \cdot K)$)
560	300	0.033

鋼板		
c_p ($J/(kg \cdot K)$)	ρ (kg/m^3)	λ ($W/(m \cdot K)$)
473	7860	51.6

断熱材 2		
c_p ($J/(kg \cdot K)$)	ρ (kg/m^3)	λ ($W/(m \cdot K)$)
915	127.5	0.038

非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプの周囲温度 (°C)	許容温度 (°C)
61	100

結果
軽油タンク（6号機）火災時の非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度を評価した結果、61°Cとなり、許容温度100°C以下であることを確認した。

(d) 主排気筒の評価条件及び評価結果

主排気筒表面温度の評価条件及び評価結果を以下に示す。

主排気筒と軽油タンク（6号機）の位置関係及び離隔距離は、図2-2に示す。

$w \times d$ (m ²)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m ²)	V (m ³)
289	92	28.8	42.0	565

v (m/s)	M (kg/(m ² ・s))	軽油 ρ (kg/m ³)
4.79×10^{-5}	0.044	918

T_0 (°C)	ϵ (—)	h (W/(m ² ・K))
50	0.9	17

主排気筒 表面温度 (°C)	鋼材 許容温度 (°C)
74	325

結果
軽油タンク（6号機）火災時の主排気筒表面温度を評価した結果、74°Cとなり、鋼材許容温度325°C以下であることを確認した。

b. 主変圧器火災

(a) 建屋（コントロール建屋）の評価条件及び評価結果

主変圧器（6号機）に最も近い距離にある建屋は、コントロール建屋であることから以下に建屋表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

建屋と主変圧器（6号機）の位置関係及び離隔距離は、図2-3に示す。

$w' \times d' *$ (m^2)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m^2)	V (m^3)
150	13	20.7	23.0	200

注記*：主変圧器（6号機）の投影面積。

v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	重油 ρ (kg/m^3)	T_0 ($^{\circ}C$)	ϵ (-)
3.65×10^{-5}	0.035	960	50	0.95

h ($W/(m^2 \cdot K)$)	c ($J/(kg \cdot K)$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	k ($W/(m \cdot K)$)
34.9	879	2200	1.63

建屋表面温度 ($^{\circ}C$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}C$)
184	200

結果
主変圧器(6号機)火災時のコントロール建屋の建屋表面温度を評価した結果, 184 $^{\circ}C$ となり, コンクリート許容温度 200 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(b) 軽油タンクの評価条件及び評価結果

軽油タンクの軽油温度の評価条件及び評価結果を示す。

軽油タンクと主変圧器（6号機）の位置関係及び離隔距離は、図2-3に示す。

$w' \times d' *$ (m^2)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m^2)	V (m^3)
150	90	20.7	23.0	200

注記*：主変圧器（6号機）の投影面積。

v (m/s)	M (kg/(m ² ·s))	重油 ρ (kg/m ³)	T_{air} (°C)	T_0 (°C)
3.65×10^{-5}	0.035	960	38	38

ε (—)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	h (W/(m ² ·K))	C (J/K)
0.9	224	224	17	8.72×10^8

軽油タンクの 軽油温度 (°C)	許容温度 (°C)
41	225

結果
主変圧器（6号機）火災時の軽油タンクの軽油温度を評価した結果、41°Cとなり、許容温度 225°C以下であることを確認した。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の評価条件及び評価結果

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲を防護する非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板の構成材（耐火材、断熱材及び鋼板の組合せ）のうち、耐火材及び断熱材の設置を考慮せず、保守的に鋼板のみの構造を仮定した場合における鋼板外面（受熱面側）の評価条件及び評価結果を示す。

非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）と主変圧器（6号機）の位置関係及び離隔距離は、図 2-3 に示す。

$w' \times d' \text{ *1}$ (m ²)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m ²)	V (m ³)
150	84	20.7	23.0	200

v (m/s)	M (kg/(m ² ·s))	重油 ρ (kg/m ³)	T_{air} (°C)	T_0 (°C)
3.65×10^{-5}	0.035	960	55	55

ε (—)	h (W/(m ² ·K))
0.96	17

非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプの周囲温度*2 (°C)	許容温度 (°C)
64	100

注記*1 : 主変圧器 (6号機) の投影面積。

*2 : 評価上厳しくなるよう、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板鋼板外面 (受熱面側) の温度を非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度とみなす。

結果
主変圧器 (6号機) 火災時の非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板鋼板外面 (受熱面側) の温度を非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度として評価した結果、64°Cとなり、許容温度 100°C以下であることを確認した。

(d) 主排気筒の評価条件及び評価結果

主排気筒表面温度の評価条件及び評価結果を以下に示す。

主排気筒と主変圧器 (6号機) の位置関係及び離隔距離は、図 2-3 に示す。

$w' \times d'$ (m ²)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m ²)	V (m ³)
150	24	20.7	23.0	200

v (m/s)	M (kg/(m ² ・s))	重油 ρ (kg/m ³)
3.65×10^{-5}	0.035	960

T_0 (°C)	ε (—)	h (W/(m ² ・K))
50	0.9	17

主排気筒 表面温度 (°C)	鋼材 許容温度 (°C)
126	325

結果
主変圧器 (6号機) 火災時の主排気筒表面温度を評価した結果、126°Cとなり、鋼材許容温度 325°C以下であることを確認した。

- c. 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機) 火災
 (a) 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機) 基礎・屋上床躯体境界面の温度の評価条件及び評価結果

$w' \times d' \text{ *1}$ (m^2)	Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)
23.9	23.0	13.7	3.65×10^{-5}	0.035

重油 ρ (kg/m^3)	T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	変圧器 基礎上面 $T_i \text{ *2}$ ($^{\circ}\text{C}$)	c_p ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)	コンクリート ρ (kg/m^3)
960	50	360	879	2200

λ ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)
1.63

建屋表面温度*3 ($^{\circ}\text{C}$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}\text{C}$)
45	200

注記*1 : 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機) の投影面積。

*2 : 絶縁油の液面火災において、絶縁油 (炎の直下の部分) の温度は沸点近傍で安定すると考えられることから、本評価では加熱温度として絶縁油の沸点 (360°C) を用いる。大規模石油タンクの燃焼に関する研究報告書 (平成 11 年、自治省消防庁消防研究所) には、直径 10m のタンクの原油を燃焼させる実験を行った際の原油の温度が掲載されており、これによると最高温度は 350°C 程度であることが示されている。

*3 : 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機) 基礎・屋上床躯体境界面の温度を建屋表面温度とみなす。

結果
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機) 火災時の原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機) 基礎・屋上床躯体境界面の温度をコントロール建屋の建屋表面温度として評価した結果、 45°C となり、コンクリート許容温度 200°C 以下であることを確認した。

(b) コントロール建屋屋上床躯体表面の評価条件及び評価結果

$w' \times d' \text{ *1}$ (m^2)	L (m)	H (m)	Rf (kW/m^2)	V (m^3)
23.9	5	9.07	23.0	13.7

v (m/s)	M ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)	重油 ρ (kg/m^3)	T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	c_p ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)
3.65×10^{-5}	0.035	960	50	879

コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)
2200	1.63

建屋表面温度*2 ($^{\circ}\text{C}$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}\text{C}$)
118	200

注記*1 : 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機) の投影面積。

*2 : コントロール建屋屋上床躯体表面の温度を建屋表面温度とみなす。

結果
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置 (B-2) 入力変圧器 (6号機) 火災時のコントロール建屋屋上床躯体表面の温度をコントロール建屋の建屋表面温度として評価した結果、 118°C となり、コンクリート許容温度 200°C 以下であることを確認した。

2.1.3 航空機墜落による火災

航空機墜落による火災時の外部火災の影響を考慮する施設の温度の評価結果を整理し、表2-3に示す。

(1) 標的面積と離隔距離の評価条件及び評価結果*1

		民間航空機		自衛隊機又は米軍機			
		計器 飛行方式	有視界 飛行方式	訓練空域外を飛行中			
対象航空機		大型民間航空機 (固定翼, 回転翼)		大型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)	小型軍用航空機 (固定翼, 回転翼)		
		B747-400		KC-767	UH-2		
標的面積 A (km ²)		0.402		0.092	0.050		
離 隔 距 離 L*2 (m)	建屋 (原子炉建屋, コントロール建屋)	272		87		37	
	軽油タンク						
	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)						
	主排気筒						

注記*1 : 航空機落下確率評価で用いる最新データによる。

*2 : 航空機落下位置と外部火災の影響を考慮する施設の最短距離にそれぞれの火災源の燃焼半径を足した値。

(2) 温度の評価条件及び評価結果

外部火災の影響を考慮する施設と航空機落下位置の位置関係及び離隔距離を図 2-4 に示す。

a. 建屋

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	大型軍用航空機 KC-767	小型軍用航空機 UH-2
$w' \times d' \text{ *1 (m}^2\text{)}$	634	295	17
$L \text{ *2 (m)}$	272	87	37
$H \text{ (m)}$	42.6	29.1	6.98
$Rf \text{ (kW/m}^2\text{)}$	50	58	
$V \text{ (m}^3\text{)}$	217	145	1.87
$v \text{ (m/s)}$	6.67×10^{-5}	6.71×10^{-5}	
$M \text{ (kg/(m}^2 \cdot \text{s))}$	0.054	0.051	
燃料 $\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	810	760	
$T_0 \text{ (}^\circ\text{C)}$	50		
$\varepsilon \text{ (-)}$	0.95		
$h \text{ (W/(m}^2 \cdot \text{K))}$	34.9		
$c \text{ (J/(kg} \cdot \text{K))}$	879		
コンクリート $\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	2200		
$k \text{ (W/(m} \cdot \text{K))}$	1.63		

注記*1 : 燃料タンクの投影面積。

*2 : 航空機落下位置と建屋の最短距離にそれぞれの火災源の燃焼半径を足した値。

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	大型軍用航空機 KC-767	小型軍用航空機 UH-2
建屋表面温度(°C)	55	76	56
コンクリート 許容温度(°C)	200	200	200

結果

航空機墜落による火災時の建屋表面温度を評価した結果、コンクリート許容温度 200°C以下であることを確認した。

b. 軽油タンク

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	大型軍用航空機 KC-767	小型軍用航空機 UH-2
$w' \times d' *1$ (m ²)	634	295	17
$L *2$ (m)	272	87	37
H (m)	42.6	29.1	6.98
Rf (kW/m ²)	50	58	
V (m ³)	217	145	1.87
v (m/s)	6.67×10^{-5}	6.71×10^{-5}	
M (kg/(m ² ·s))	0.054	0.051	
燃料 ρ (kg/m ³)	810	760	
T_{air} (°C)	38		
T_0 (°C)	38		
ϵ (-)	0.9		
S_1 (m ²)	224		
S_2 (m ²)	224		
h (W/(m ² ·K))	17		
C (J/K)	8.72×10^8		

注記*1 : 燃料タンクの投影面積。

*2 : 航空機落下位置と軽油タンクの最短距離にそれぞれの火災源の燃焼半径を足した値。

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	大型軍用航空機 KC-767	小型軍用航空機 UH-2
軽油タンクの 軽油温度(°C)	39	41	39
許容温度(°C)	225	225	225

結果

航空機墜落による火災時の軽油タンクの軽油温度を評価した結果, 許容温度 225°C以下であることを確認した。

c. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	大型軍用航空機 KC-767	小型軍用航空機 UH-2
$w' \times d' *1$ (m ²)	634	295	17
$L *2$ (m)	272	87	37
H (m)	42.6	29.1	6.98
Rf (kW/m ²)	50	58	
V (m ³)	217	145	1.87
v (m/s)	6.67×10^{-5}	6.71×10^{-5}	
M (kg/(m ² ·s))	0.054	0.051	
燃料 ρ (kg/m ³)	810	760	
T_{air} (°C)	55		
T_0 (°C)	55		
ε (-)	0.96		
h (W/(m ² ·K))	17		

注記*1 : 燃料タンクの投影面積。

*2 : 航空機墜落位置と非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）の最短距離にそれぞれの火災源の燃焼半径を足した値。

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	大型軍用航空機 KC-767	小型軍用航空機 UH-2
非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度*3(°C)	60	86	59
許容温度(°C)	100	100	100

注記*3 : 評価上厳しくなるよう、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板鋼板外面（受熱面側）の温度を非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度とみなす。

結果
航空機墜落による火災時の非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板鋼板外面（受熱面側）の温度を非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度として評価した結果、許容温度 100°C以下であることを確認した。

d. 主排気筒

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	大型軍用航空機 KC-767	小型軍用航空機 UH-2
$w' \times d' \text{ *1 (m}^2\text{)}$	634	295	17
$L \text{ *2 (m)}$	272	87	37
$H \text{ (m)}$	42.6	29.1	6.98
$Rf \text{ (kW/m}^2\text{)}$	50	58	
$V \text{ (m}^3\text{)}$	217	145	1.87
$v \text{ (m/s)}$	6.67×10^{-5}	6.71×10^{-5}	
$M \text{ (kg/(m}^2 \cdot \text{s))}$	0.054	0.051	
燃料 $\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	810	760	
$T_0 \text{ (}^\circ\text{C)}$	50		
$\varepsilon \text{ (—)}$	0.9		
$h \text{ (W/(m}^2 \cdot \text{K))}$	17		

注記*1 : 燃料タンクの投影面積。

*2 : 航空機落下位置と主排気筒の最短距離にそれぞれの火災源の燃焼半径を足した値。

	民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
	大型民間航空機 B747-400	大型軍用航空機 KC-767	小型軍用航空機 UH-2
主排気筒表面温度(°C)	58	88	62
鋼材許容温度(°C)	325	325	325

結果

航空機墜落による火災時の主排気筒表面温度を評価した結果, 鋼材許容温度 325°C以下であることを確認した。

2.1.4 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災と航空機墜落による重畳火災

発電所敷地内の危険物タンク（軽油タンク（7号機））2基の火災と航空機（大型軍用航空機（KC-767））墜落による重畳火災時、及び主変圧器（5号機）と航空機（小型軍用航空機（UH-2））墜落による重畳火災時の外部火災の影響を考慮する施設の温度の評価結果を整理し、表2-3に示す。

(1) 温度の評価条件及び評価結果

外部火災の影響を考慮する施設と航空機墜落による重畳火災の位置関係及び離隔距離を図2-5に示す。

a. 評価条件

(a) 軽油タンク（7号機（東側））の火災のパラメータ

$w \times d$ (m^2)	L (m)		H (m)
	建屋	主排気筒	
289	83	156	28.8

Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	軽油 ρ (kg/m^3)
42	565	4.79×10^{-5}	0.044	918

(b) 軽油タンク（7号機（西側））の火災のパラメータ

$w \times d$ (m^2)	L (m)		H (m)
	建屋	主排気筒	
289	71	146	28.8

Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	軽油 ρ (kg/m^3)
42	565	4.79×10^{-5}	0.044	918

(c) 航空機墜落による火災（大型軍用航空機（KC-767））のパラメータ

$w' \times d' \text{ *1}$ (m^2)	$L \text{ *2}$ (m)		H (m)
	建屋	主排気筒	
295	87		29.1

Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)	燃料 ρ (kg/m^3)
58	145	6.71×10^{-5}	0.051	760

注記*1：燃料タンクの投影面積。

*2：航空機落下確率評価で用いる最新データによる。

(d) 主変圧器（5号機）の火災のパラメータ

$w \times d$ (m^2)	L (m)		H (m)
	軽油 タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ（防護板）	
148	82	74	20.6

Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)	軽油 ρ (kg/m^3)
23	190	3.65×10^{-5}	0.035	960

(e) 航空機墜落による火災（小型軍用航空機（UH-2））のパラメータ

$w' \times d' \text{ *1}$ (m^2)	$L \text{ *2}$ (m)		H (m)
	軽油 タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ（防護板）	
17	37		6.98

Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$)	燃料 ρ (kg/m^3)
58	1.87	6.71×10^{-5}	0.051	760

注記*1：燃料タンクの投影面積。

*2：航空機落下確率評価で用いる最新データによる。

(f) 建屋物性値

T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	ε (-)	h ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	c ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)	コンクリート ρ (kg/m^3)
50	0.95	34.9	879	2200

k ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)
1.63

(g) 軽油タンク物性値

T_{air} ($^{\circ}\text{C}$)	T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	ε (-)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)
38	38	0.9	224	224

h ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	C (J/K)
17	8.72×10^8

(h) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）物性値

T_{air} (°C)	T_0 (°C)	ϵ (—)	h (W/(m ² ·K))
55	55	0.96	17

(i) 主排気筒物性値

T_0 (°C)	ϵ (—)	h (W/(m ² ·K))
50	0.9	17

b. 評価結果

(a) 建屋

建屋表面温度 (°C)	コンクリート 許容温度 (°C)
144	200

結果

発電所敷地内の危険物タンク（軽油タンク（7号機））2基の火災と航空機（大型軍用航空機（KC-767））墜落による火災が同時に発生した場合の建屋表面温度を評価した結果、144°Cとなり、コンクリート許容温度200°C以下であることを確認した。

(b) 軽油タンク

軽油タンクの 軽油温度 (°C)	許容温度 (°C)
44	225

結果

発電所敷地内の主変圧器（5号機）の火災と航空機（小型軍用航空機（UH-2））墜落による火災が同時に発生した場合の軽油タンクの軽油温度を評価した結果、44°Cとなり、許容温度225°C以下であることを確認した。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）

非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプの周囲温度* (°C)	許容温度 (°C)
79	100

注記* : 評価上厳しくなるよう、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ防護板鋼板外面（受熱面側）の温度を非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度とみなす。

結果
発電所敷地内の主変圧器（5号機）の火災と航空機（小型軍用航空機（UH-2））墜落による火災が同時に発生した場合の非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプの周囲温度を評価した結果、79°Cとなり、許容温度100°C以下であることを確認した。

(d) 主排気筒

主排気筒 表面温度 (°C)	鋼材 許容温度 (°C)
105	325

結果
発電所敷地内の危険物タンク（軽油タンク（7号機））2基の火災と航空機（大型軍用航空機（KC-767））墜落による火災が同時に発生した場合の主排気筒表面温度を評価した結果、105°Cとなり、鋼材許容温度325°C以下であることを確認した。

2.2 発電所敷地外の火災・爆発源に対する評価条件及び評価結果

2.2.1 石油コンビナート施設の火災・爆発

発電所敷地外 10km 以内に石油コンビナート施設は存在しないことを確認している。新潟県石油コンビナート等防災計画に定められている特別防災区域は計 3 箇所ある。そのうち柏崎刈羽原子力発電所に最も近い地区は、南西約 39km の直江津地区に存在している。新潟県内の石油コンビナート等特別防災区域の位置を図 2-6 に示す。

2.2.2 危険物貯蔵施設の火災

危険物貯蔵施設の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-4 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と危険物貯蔵施設の離隔距離は、図 2-7 に示す。

(1) 危険距離の評価条件及び評価結果

a. 建屋（原子炉建屋）

$w \times d$ (m^2)	H (m)
1240	59.7

原油				
Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	ρ (kg/m^3)
41	1090	2.50×10^{-5}	0.022	880

メタノール				
Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	ρ (kg/m^3)
9.8	18	2.14×10^{-5}	0.017	796

T_0 ($^{\circ}C$)	ε (—)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)	c ($J/(kg \cdot K)$)	コンクリート ρ (kg/m^3)
50	0.95	34.9	879	2200

k ($W/(m \cdot K)$)	T ($^{\circ}C$)
1.63	200

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
56	2300

結果
危険距離を評価した結果、56m となり、その危険距離を上回る離隔距離 2300m を確保していることを確認した。

b. 軽油タンク

$w \times d$ (m^2)	H (m)
1240	59.7

原油				
Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	ρ (kg/m^3)
41	1090	2.50×10^{-5}	0.022	880

メタノール				
Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	ρ (kg/m^3)
9.8	18	2.14×10^{-5}	0.017	796

T_{air} ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	ϵ (—)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)
38	38	0.9	224	224

h ($W/(m^2 \cdot K)$)	C (J/K)	T ($^{\circ}C$)
17	8.72×10^8	225

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
20	2200

結果
危険距離を評価した結果、20m となり、その危険距離を上回る離隔距離 2200m を確保していることを確認した。

c. 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ（防護板）

$w \times d$ (m^2)	H (m)
1240	59.7

原油				
Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	ρ (kg/m^3)
41	1090	2.50×10^{-5}	0.022	880

メタノール				
Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	ρ (kg/m^3)
9.8	18	2.14×10^{-5}	0.017	796

T_{air} ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	ϵ (—)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)	T ($^{\circ}C$)
55	55	0.96	17	100

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
139	2200

結果
危険距離を評価した結果、139m となり、その危険距離を上回る離隔距離 2200m を確保していることを確認した。

d. 主排気筒

$w \times d$ (m^2)	H (m)
1240	59.7

原油				
Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	ρ (kg/m^3)
41	1090	2.50×10^{-5}	0.022	880

メタノール				
Rf (kW/m^2)	V (m^3)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)	ρ (kg/m^3)
9.8	18	2.14×10^{-5}	0.017	796

T_o ($^{\circ}C$)	ε (—)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)
50	0.9	17

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
39	2300

結果
危険距離を評価した結果、39m となり、その危険距離を上回る離隔距離 2300m を確保していることを確認した。

2.2.3 高圧ガス貯蔵施設の火災・爆発

(1) 高圧ガス貯蔵施設の火災

高圧ガス貯蔵施設の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表2-4に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と高圧ガス貯蔵施設の離隔距離は、図2-8に示す。

a. 危険距離の評価条件及び評価結果

(a) 建屋（コントロール建屋）

$w \times d$ (m^2)	H (m)
271	27.9

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	65000	1.69×10^{-4}	0.099

T_0 ($^{\circ}C$)	ε (—)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)	c ($J/(kg \cdot K)$)	コンクリート ρ (kg/m^3)
50	0.95	34.9	879	2200

k ($W/(m \cdot K)$)	T ($^{\circ}C$)
1.63	200

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
30	5000

結果
危険距離を評価した結果、30mとなり、その危険距離を上回る離隔距離5000mを確保していることを確認した。

(b) 軽油タンク

$w \times d$ (m^2)	H (m)
271	27.9

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	65000	1.69×10^{-4}	0.099

T_{air} ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	ε (—)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)
38	38	0.9	224	224

h ($W/(m^2 \cdot K)$)	c (J/K)	T ($^{\circ}C$)
17	8.72×10^8	225

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
10	5100

結果
危険距離を評価した結果、10m となり、その危険距離を上回る離隔距離 5100m を確保していることを確認した。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ (防護板)

$w \times d$ (m^2)	H (m)
271	27.9

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	65000	1.69×10^{-4}	0.099

T_{air} (°C)	T_0 (°C)	ϵ (—)	h (W/(m ² ·K))	T (°C)
55	55	0.96	17	100

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
54	5100

結果
危険距離を評価した結果、54m となり、その危険距離を上回る離隔距離 5100m を確保していることを確認した。

(d) 主排気筒

$w \times d$ (m ²)	H (m)
271	27.9

プロパン			
Rf (kW/m ²)	m (kg)	v (m/s)	M (kg/(m ² ·s))
74	65000	1.69×10^{-4}	0.099

T_0 (°C)	ϵ (—)	h (W/(m ² ·K))
50	0.9	17

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
30	5000

結果
危険距離を評価した結果、30m となり、その危険距離を上回る離隔距離 5000m を確保していることを確認した。

(2) 高圧ガス貯蔵施設の爆発

高圧ガス貯蔵施設の爆発時の危険限界距離及び容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価結果を整理し、それぞれ表 2-5 及び表 2-6 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と高圧ガス貯蔵施設の離隔距離は、図 2-8 に示す。

a. 危険限界距離の評価条件及び評価結果

λ ($\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$)	K (—)	W (—)
14.4	888×10^3	65

	建屋 (コントロール 建屋)	軽油タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	主排気筒
危険限界距離 (m)	223			
離隔距離 (m)	5000	5100	5100	5000

結果
ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を評価した結果、223m となり、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

b. 容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価条件及び評価結果

M (kg)
30000

	建屋 (コントロール 建屋)	軽油タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	主排気筒
最大飛散距離 (m)	1400			
離隔距離 (m)	5000	5100	5100	5000

結果
容器破裂時における破片の最大飛散距離を評価した結果、1400m となり、その最大飛散距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

2.2.4 燃料輸送車両の火災・爆発

(1) 燃料輸送車両の火災

燃料輸送車両の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-4 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置関係及び離隔距離は、図 2-9 に示す。

a. 危険距離の評価条件及び評価結果

(a) 建屋（原子炉建屋）

$w' \times d'$ (m^2)	H (m)
41.3	10.9

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	16000	1.69×10^{-4}	0.099

T_0 ($^{\circ}C$)	ε (—)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)	c ($J/(kg \cdot K)$)	コンクリート ρ (kg/m^3)
50	0.95	34.9	879	2200

k ($W/(m \cdot K)$)	T ($^{\circ}C$)
1.63	200

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
13	818

結果
危険距離を評価した結果、13m となり、その危険距離を上回る離隔距離 818m を確保していることを確認した。

(b) 軽油タンク

$w' \times d'$ (m^2)	H (m)
41.3	10.9

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	16000	1.69×10^{-4}	0.099

T_{air} ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	ε (—)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)
38	38	0.9	224	224

h ($W/(m^2 \cdot K)$)	C (J/K)	T ($^{\circ}C$)
17	8.72×10^8	225

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
4	793

結果
危険距離を評価した結果、4mとなり、その危険距離を上回る離隔距離793mを確保していることを確認した。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ (防護板)

$w' \times d'$ (m^2)	H (m)
41.3	10.9

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	16000	1.69×10^{-4}	0.099

T_{air} (°C)	T_0 (°C)	ε (—)	h (W/(m ² ·K))	T (°C)
55	55	0.96	17	100

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
26	797

結果
危険距離を評価した結果、26m となり、その危険距離を上回る離隔距離 797m を確保していることを確認した。

(d) 主排気筒

$w \times d$ (m ²)	H (m)
41.3	10.9

プロパン			
Rf (kW/m ²)	m (kg)	v (m/s)	M (kg/(m ² ·s))
74	16000	1.69×10^{-4}	0.099

T_0 (°C)	ε (—)	h (W/(m ² ·K))
50	0.9	17

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
12	874

結果
危険距離を評価した結果、12m となり、その危険距離を上回る離隔距離 874m を確保していることを確認した。

(2) 燃料輸送車両の爆発

燃料輸送車両の爆発時の危険限界距離及び容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価結果を整理し、それぞれ表 2-5 及び表 2-6 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置関係及び離隔距離は、図 2-9 に示す。

a. 危険限界距離の評価条件及び評価結果

λ ($\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$)	K (—)	W (—)
14.4	888×10^3	4

	建屋 (原子炉建屋)	軽油タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	主排気筒
危険限界距離 (m)	88			
離隔距離 (m)	818	793	797	874

結果
ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を評価した結果、88m となり、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

b. 容器破裂時における破片の最大飛散距離の評価条件及び評価結果

	鋼製パイプ (はしご)	鋼製材 (バンパー)	鋼板 (タンク本体)	備考
V_0 (m/s)	200	200	200	飛来物の初期速度
M (kg)	69.3	530	3240	飛来物の重量
L_1 (m)	16.5	16.5	2.5	飛来物の寸法 (車両制限令等をもと に設定)
L_2 (m)	0.05	0.3	16.5	
L_3 (m)	0.05	0.2	0.01	
ρ (kg/m ³)	1.22	1.22	1.22	空気密度
g (m/s ²)	9.81	9.81	9.81	重力加速度
θ (°)	31	30	29	感度解析により求めた 最大飛散距離となる 飛散角
A (m ²)	$A_1:0.825$ $A_2:0.002$ $A_3:0.825$	$A_1:4.95$ $A_2:0.06$ $A_3:3.3$	$A_1:41.25$ $A_2:0.165$ $A_3:0.025$	—
C_D (—)	$C_{D1}:0.7$ $C_{D2}:2.0$ $C_{D3}:0.7$	$C_{D1}:1.2$ $C_{D2}:2.0$ $C_{D3}:1.2$	$C_{D1}:2.0$ $C_{D2}:2.0$ $C_{D3}:2.0$	流体抗力係数
y_0 (m)	13	13	13	燃料輸送車両の爆発地 点 (EL. 25m) と評価地 点 (EL. 12m) の高低差
x (m)	556	511	409	運動方程式を用いて、 $y = -13^*$ となるときの 飛散距離

注記* : 燃料輸送車両の爆発地点の高さを 0m と仮定した場合の評価地点の高さ。

飛来物の種類		鋼製パイプ (はしご)	鋼製材 (バンパー)	鋼板 (タンク本体)
最大飛散距離 (m)		556	511	409
離 隔 距 離 (m)	建屋 (原子炉建屋)	818		
	軽油タンク	793		
	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	797		
	主排気筒	874		

結果	
容器破裂時における破片の最大飛散距離を詳細評価した結果、それぞれの飛来物の最大飛散距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。	

2.2.5 漂流船舶の火災・爆発

(1) 漂流船舶の火災

漂流船舶の火災時の外部火災の影響を考慮する施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-4 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置関係及び離隔距離は、図 2-10 に示す。

a. 危険距離の評価条件及び評価結果

(a) 建屋（コントロール建屋）

$w' \times d'$ (m^2)	H (m)
881	50.2

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	1020000	1.69×10^{-4}	0.099

T_o ($^{\circ}C$)	ϵ (—)	h ($W/(m^2 \cdot K)$)	c ($J/(kg \cdot K)$)	コンクリート ρ (kg/m^3)
50	0.95	34.9	879	2200

k ($W/(m \cdot K)$)	T ($^{\circ}C$)
1.63	200

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
66	310

結果
危険距離を評価した結果、66m となり、その危険距離を上回る離隔距離 310m を確保していることを確認した。

(b) 軽油タンク

$w' \times d'$ (m^2)	H (m)
881	50.2

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	1020000	1.69×10^{-4}	0.099

T_{air} ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	ε (—)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)
38	38	0.9	224	224

h ($W/(m^2 \cdot K)$)	C (J/K)	T ($^{\circ}C$)
17	8.72×10^8	225

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
17	470

結果
危険距離を評価した結果、17m となり、その危険距離を上回る離隔距離 470m を確保していることを確認した。

(c) 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ (防護板)

$w' \times d'$ (m^2)	H (m)
881	50.2

プロパン			
Rf (kW/m^2)	m (kg)	v (m/s)	M ($kg/(m^2 \cdot s)$)
74	1020000	1.69×10^{-4}	0.099

T_{air} (°C)	T_0 (°C)	ε (—)	h (W/(m ² ·K))	T (°C)
55	55	0.96	17	100

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
152	463

結果
危険距離を評価した結果、152mとなり、その危険距離を上回る離隔距離 463m を確保していることを確認した。

(d) 主排気筒

$w \times d$ (m ²)	H (m)
881	50.2

プロパン			
Rf (kW/m ²)	m (kg)	v (m/s)	M (kg/(m ² ·s))
74	1020000	1.69×10^{-4}	0.099

T_0 (°C)	ε (—)	h (W/(m ² ·K))
50	0.9	17

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
53	374

結果
危険距離を評価した結果、53mとなり、その危険距離を上回る離隔距離 374m を確保していることを確認した。

(2) 漂流船舶の爆発

漂流船舶の爆発時の危険限界距離の評価結果を整理し、表 2-5 に示す。また、外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置関係及び離隔距離は、図 2-10 に示す。

a. 危険限界距離の評価条件及び評価結果

λ ($\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$)	K (—)	W (—)
14.4	888×10^3	31.95

	建屋 (コントロール 建屋)	軽油タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	主排気筒
危険限界距離 (m)	176			
離隔距離 (m)	310	470	463	374

結果
ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる危険限界距離を評価した結果、176m となり、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

表 2-1 森林火災時の危険距離評価結果

(単位：m)

	建屋	軽油タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	主排気筒
危険距離	21	2	89	30
離隔距離	431	392	402	492

表 2-2 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災時の温度評価結果

(単位：℃)

		建屋 (許容温度 200℃)	軽油タンク (許容温度 225℃)	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板) (許容温度 100℃)	主排気筒 (許容温度 325℃)
軽油タンク (6号機)		198	179	61	74
主変圧器 (6号機)		184	41	64	126
原子炉冷却 材再循環ポ ンプ可変周 波数電源装 置 (B-2) 入力変圧器 (6号機)	基礎・屋上床 躯体境界面	45	—	—	—
	屋上床躯体 表面	118	—	—	—

表 2-3 航空機墜落による火災及び重畳火災時の温度評価結果

(単位：℃)

	建屋 (許容温度 200℃)	軽油タンク (許容温度 225℃)	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板) (許容温度 100℃)	主排気筒 (許容温度 325℃)
民間航空機 B747-400	55	39	60	58
大型軍用航空機 KC-767	76	41	86	88
小型軍用航空機 UH-2	56	39	59	62
軽油タンク (7号機) 及び大型軍用航空機 KC-767	144	—	—	105
主変圧器 (5号機) 及び小型軍用航空機 UH-2	—	44	79	—

表 2-4 敷地外の火災源に対する危険距離評価結果

(単位：m)

	建屋	軽油タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	主排気筒
危険物貯蔵施設	56 (離隔距離 2300m)	20 (離隔距離 2200m)	139 (離隔距離 2200m)	39 (離隔距離 2300m)
高圧ガス貯蔵施設	30 (離隔距離 5000m)	10 (離隔距離 5100m)	54 (離隔距離 5100m)	30 (離隔距離 5000m)
燃料輸送車両	13 (離隔距離 818m)	4 (離隔距離 793m)	26 (離隔距離 797m)	12 (離隔距離 874m)
漂流船舶	66 (離隔距離 310m)	17 (離隔距離 470m)	152 (離隔距離 463m)	53 (離隔距離 374m)

表 2-5 敷地外の爆発源に対する危険限界距離評価結果

(単位：m)

	建屋	軽油タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	主排気筒
高圧ガス貯蔵施設	223 (離隔距離 5000m)	223 (離隔距離 5100m)	223 (離隔距離 5100m)	223 (離隔距離 5000m)
燃料輸送車両	88 (離隔距離 818m)	88 (離隔距離 793m)	88 (離隔距離 797m)	88 (離隔距離 874m)
漂流船舶	176 (離隔距離 310m)	176 (離隔距離 470m)	176 (離隔距離 463m)	176 (離隔距離 374m)

表 2-6 敷地外の爆発源に対する最大飛散距離評価結果

(単位：m)

	建屋	軽油タンク	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ (防護板)	主排気筒
高圧ガス貯蔵施設	1400 (離隔距離 5000m)	1400 (離隔距離 5100m)	1400 (離隔距離 5100m)	1400 (離隔距離 5000m)
燃料輸送車両	556 (離隔距離 818m)	556 (離隔距離 793m)	556 (離隔距離 797m)	556 (離隔距離 874m)

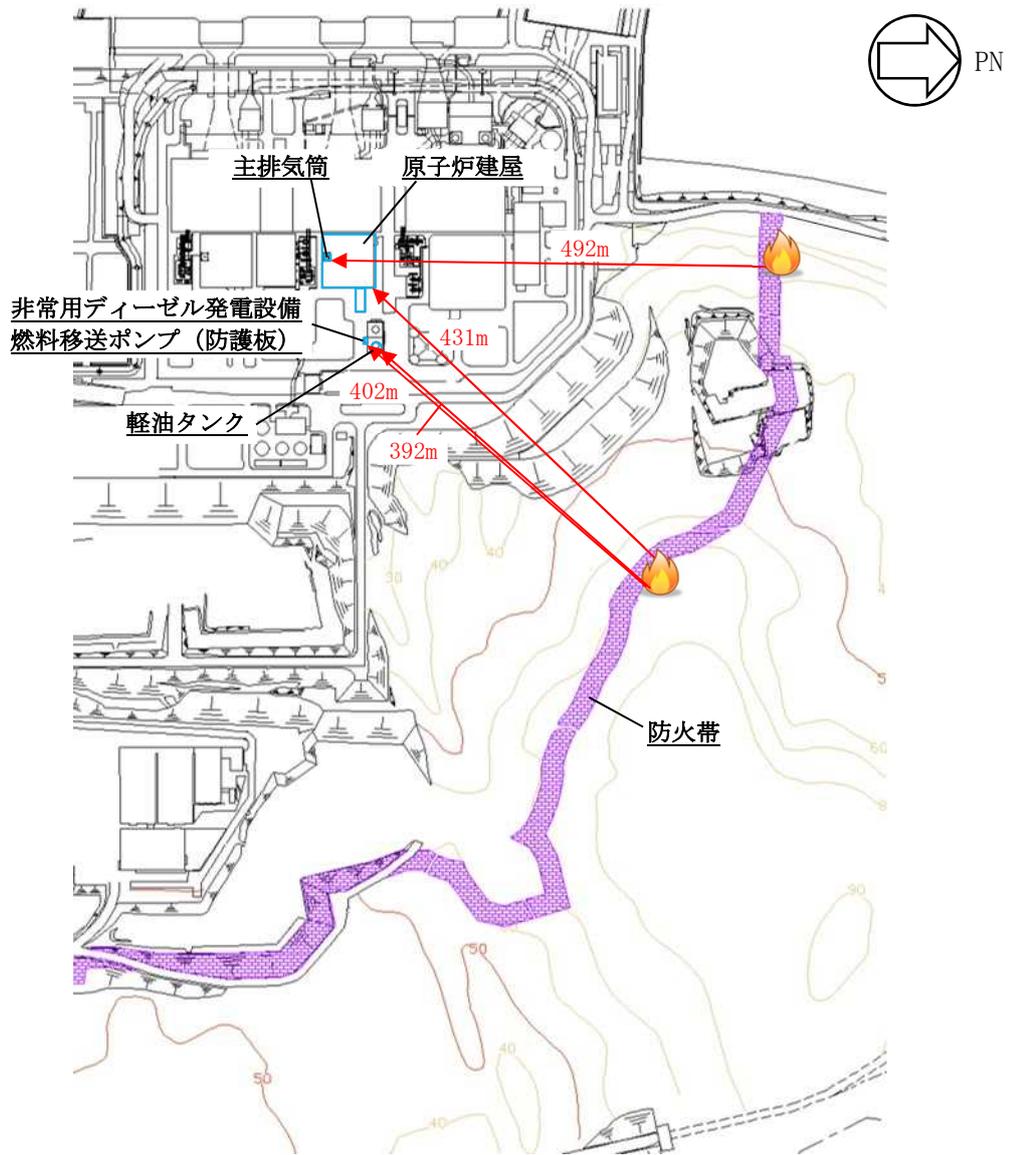


図 2-1 外部火災の影響を考慮する施設と防火帯の位置関係及び離隔距離

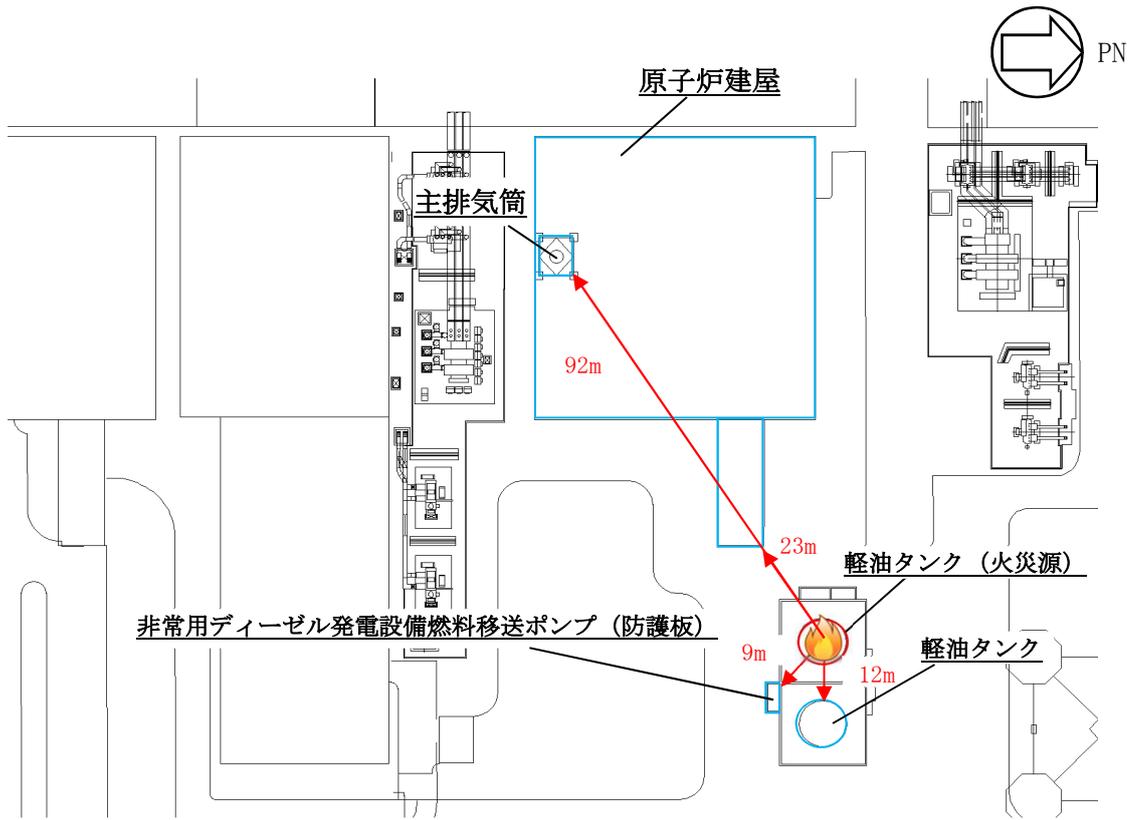


図 2-2 外部火災の影響を考慮する施設と軽油タンク (6号機) の位置関係及び離隔距離

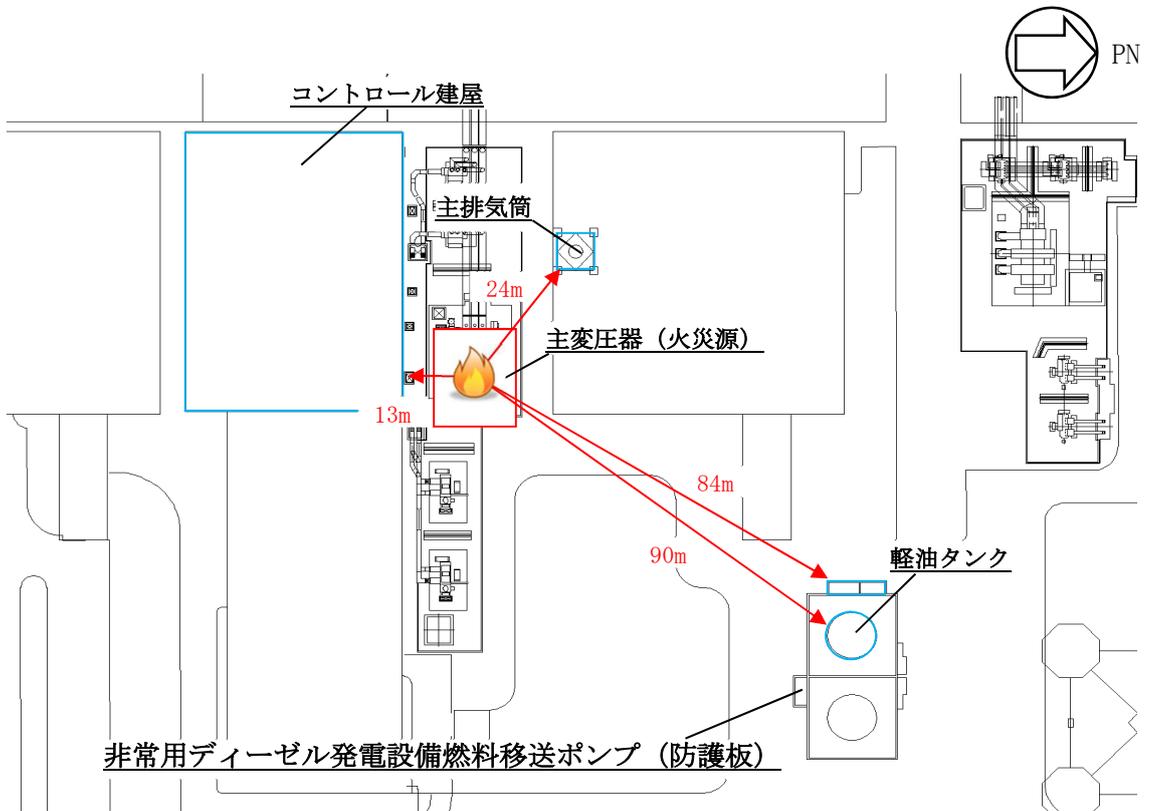


図 2-3 外部火災の影響を考慮する施設と主変圧器 (6号機) の位置関係及び離隔距離

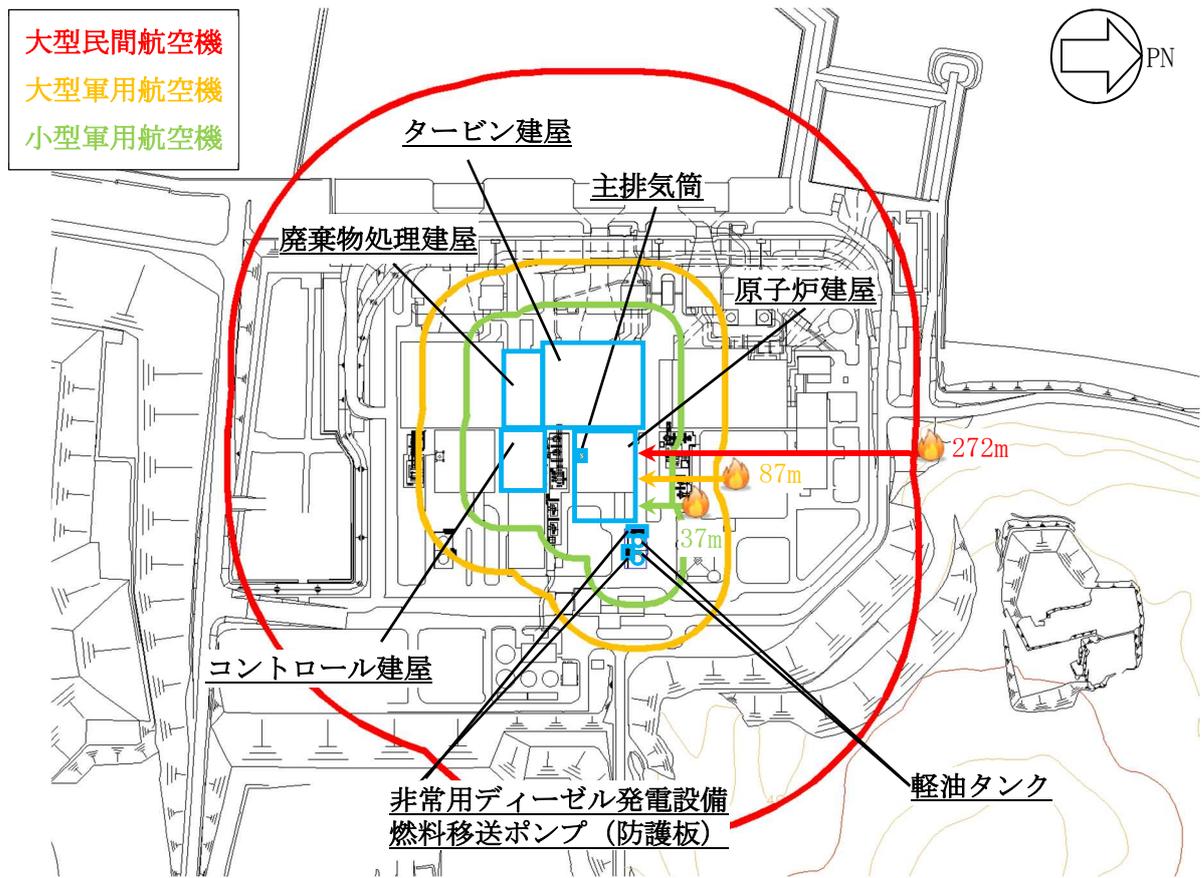
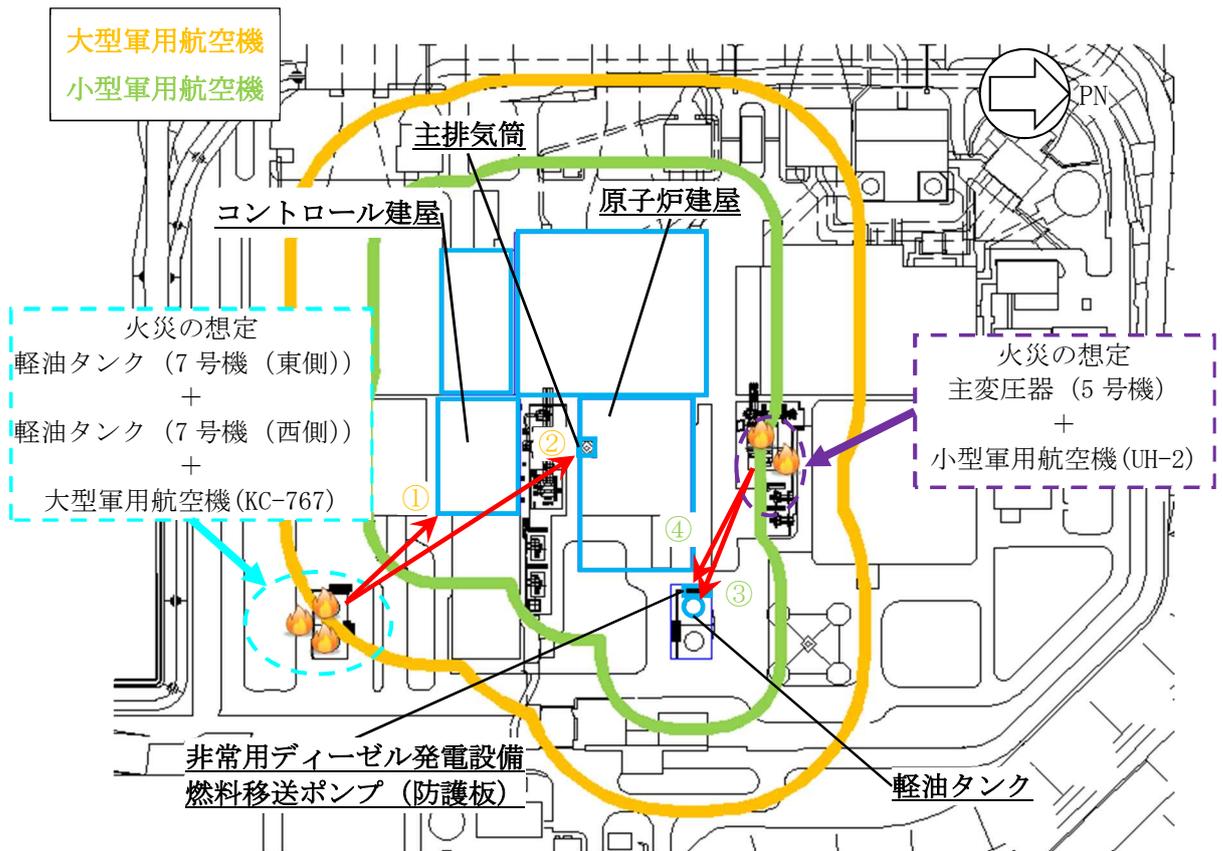


図 2-4 外部火災の影響を考慮する施設と航空機落下位置の位置関係及び離隔距離



- | | |
|---|---|
| <p>① コントロール建屋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・軽油タンク (7号機 (東側)) 83m ・軽油タンク (7号機 (西側)) 71m ・大型軍用航空機 (KC-767) 87m | <p>② 主排気筒</p> <ul style="list-style-type: none"> ・軽油タンク (7号機 (東側)) 156m ・軽油タンク (7号機 (西側)) 146m ・大型軍用航空機 (KC-767) 87m |
| <p>③ 軽油タンク</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主変圧器 (5号機) 82m ・小型軍用航空機 (UH-2) 37m | <p>④ 非常用ディーゼル発電設備
燃料移送ポンプ (防護板)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主変圧器 (5号機) 74m ・小型軍用航空機 (UH-2) 37m |

図 2-5 外部火災の影響を考慮する施設と航空機墜落による重畳火災の位置関係及び離隔距離

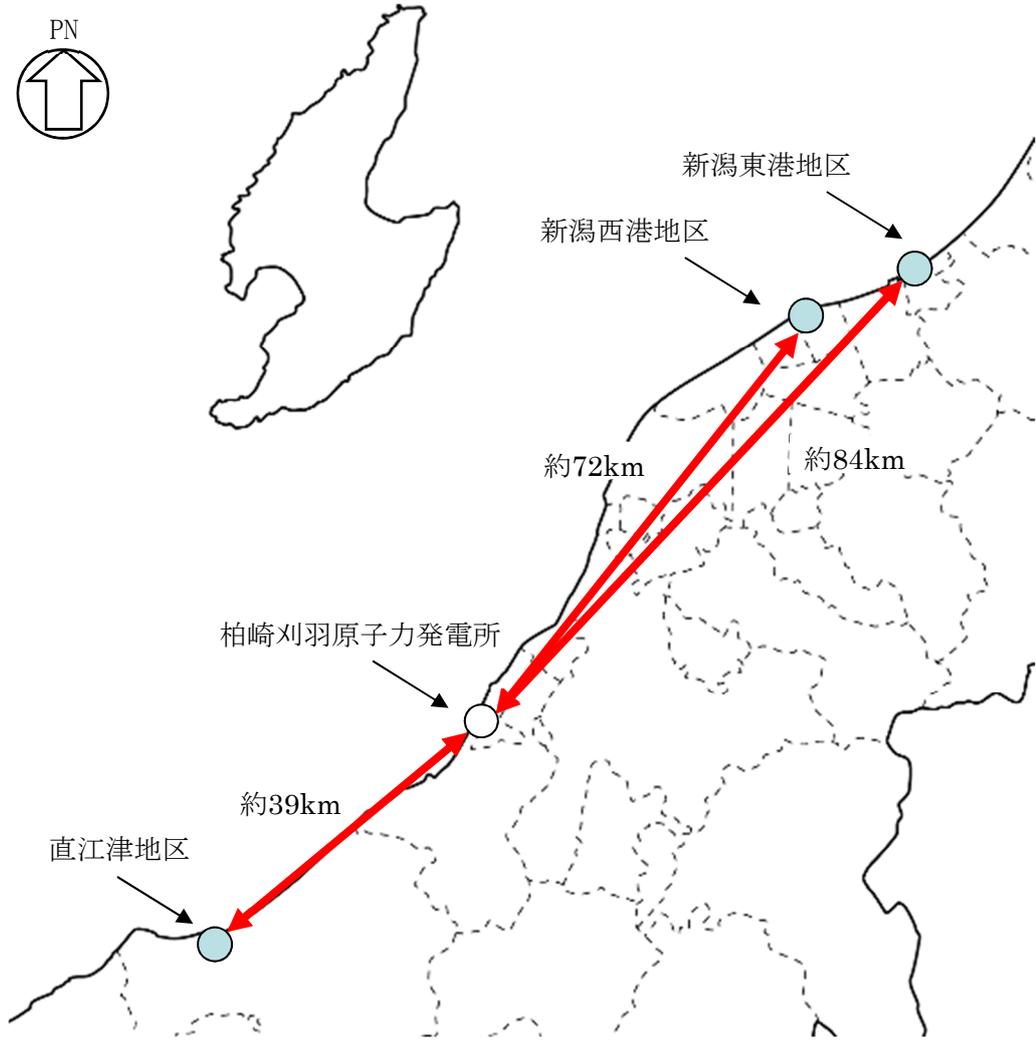


図 2-6 新潟県内の石油コンビナート等特別防災区域の位置

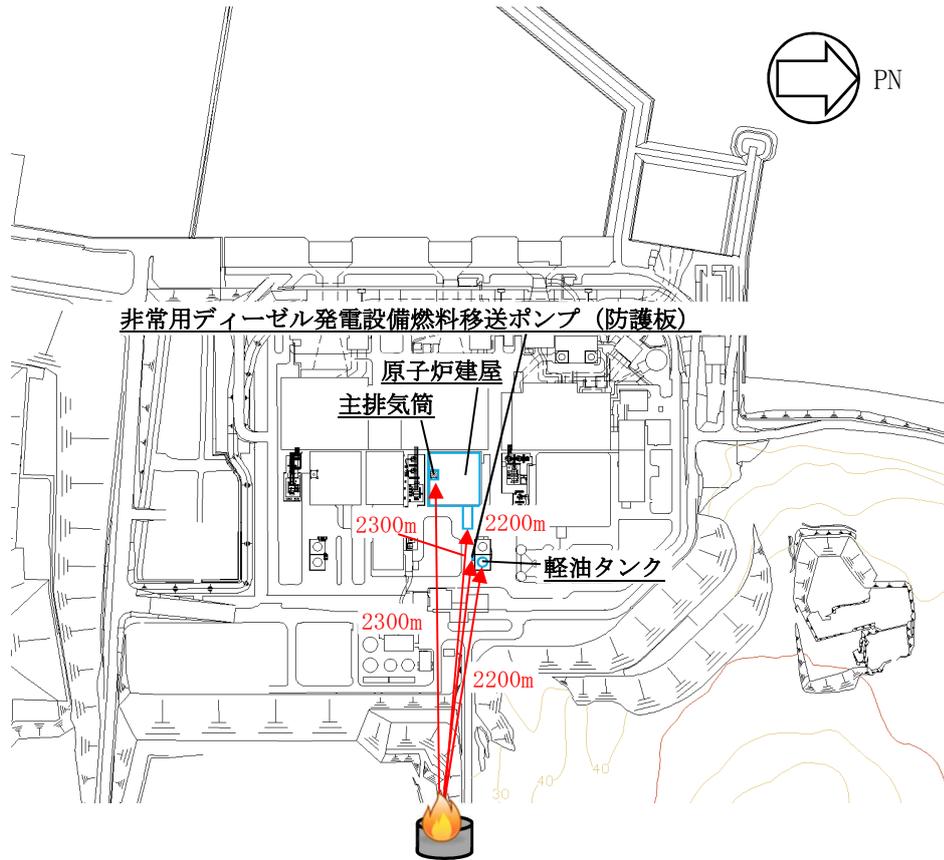


図 2-7 外部火災の影響を考慮する施設と危険物貯蔵施設の離隔距離

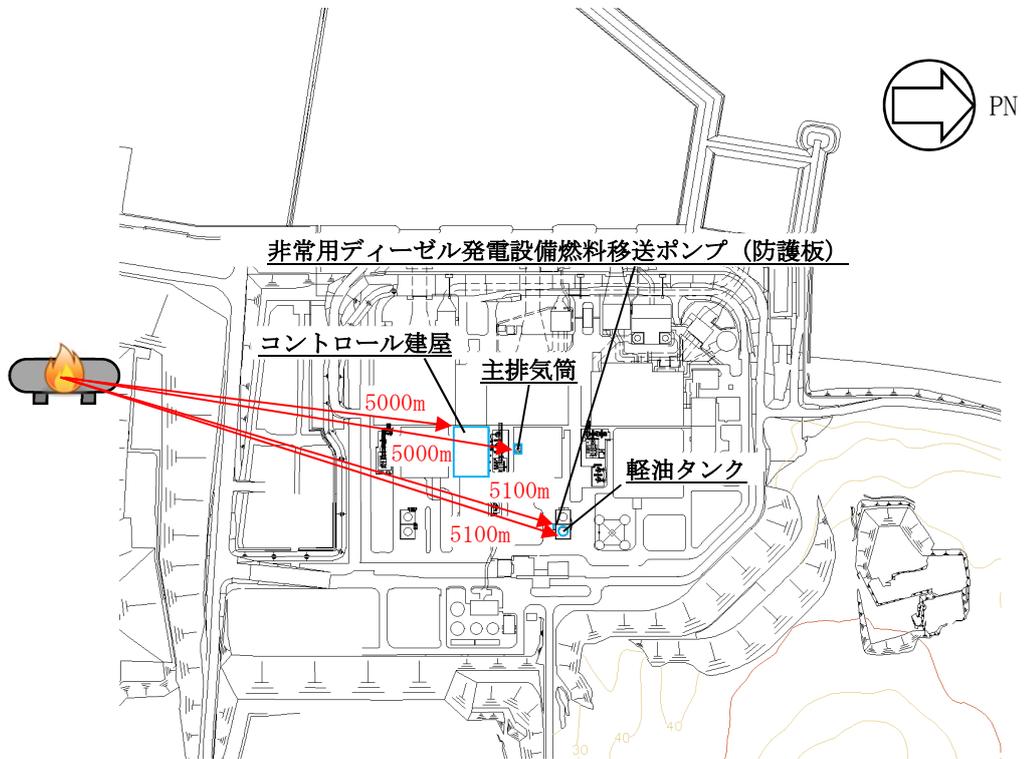


図 2-8 外部火災の影響を考慮する施設と高圧ガス貯蔵施設の離隔距離

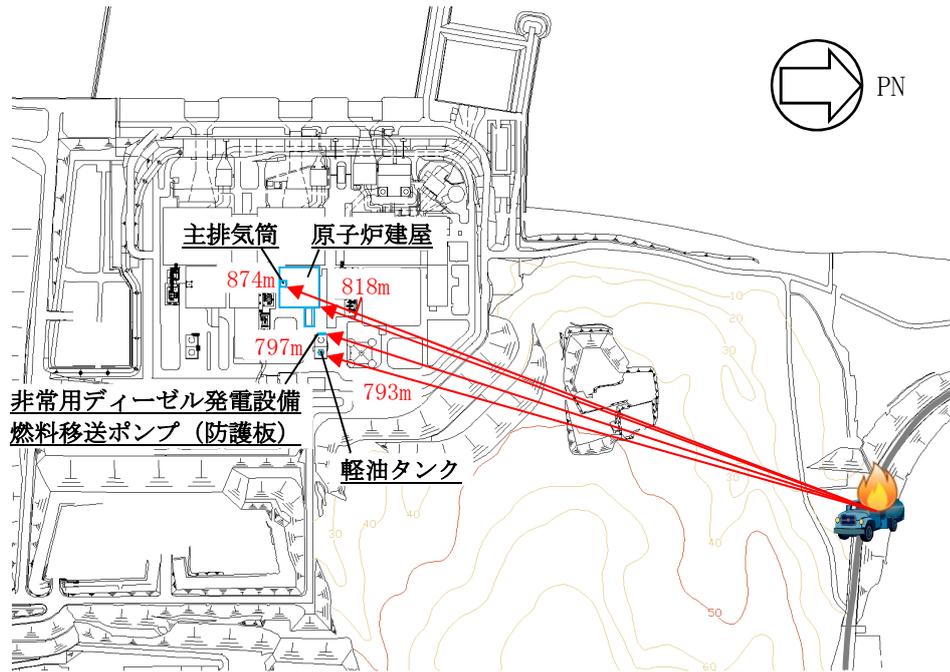


図 2-9 外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置関係及び離隔距離



図 2-10 外部火災の影響を考慮する施設と漂流船舶の位置関係及び離隔距離

VI-1-1-3-5-7 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

目 次

1. 概要	1
2. 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計	1
2.1 二次的影響（ばい煙）に対する設計	1
2.2 有毒ガスに対する設計	2

1. 概要

本資料は、二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスによる外部火災の二次的影響を考慮する施設への影響を及ぼさない設計とすることを説明するものである。

2. 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

2.1 二次的影響（ばい煙）に対する設計

(1) 外気を取り込む空調系統（換気空調系）

換気空調系（原子炉建屋換気空調系、非常用電気品区域換気空調系（非常用ディーゼル発電設備非常用送風機含む。）、中央制御室換気空調系、コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系、海水熱交換器区域換気空調系）は、外気取入口に捕集率 80%以上（J I S Z 8 9 0 1 試験用粉体 11 種粒径約 $2\mu\text{m}$ ）の性能を有しているバグフィルタを設置し、外部火災で発生する粒径が一定以上のばい煙の侵入を阻止することで、換気空調系の安全機能を損なわない設計とする。また、ばい煙によるバグフィルタの閉塞については、バグフィルタ出入口差圧又は排気ファン出口流量を監視することで検知可能である。

中央制御室換気空調系については、外気取入ダンパを閉止し再循環運転を行い、ばい煙等の侵入を阻止することで、換気空調系の安全機能を損なわない設計とする。

(2) 外気を設備内に取り込む機器（非常用ディーゼル発電機）

非常用ディーゼル発電機の吸気系統は、非常用電気品区域換気空調系を介して吸気している。

非常用電気品区域換気空調系の外気取入口に設置しているバグフィルタ（粒径 $2\mu\text{m}$ に対して 80%以上を捕獲する性能）で粒径の大きいばい煙粒子は捕獲され、バグフィルタを通過したばい煙（数 μm ）が過給機、空気冷却器に侵入するが、それぞれの機器の間隙は、ばい煙に比べて十分大きく、閉塞に至ることを防止することで、非常用ディーゼル発電機の安全機能を損なわない設計とする。

また、シリンダ／ピストン間隙まで到達したばい煙（数 μm ）は、当該間隙内において摩擦発生が懸念されるが、ばい煙粒子の主成分は炭素であり、シリンダ／ピストンをばい煙粒子に比べ硬度を硬くすることにより、ばい煙粒子による摩擦の発生を防止することで、非常用ディーゼル発電機の安全機能を損なわない設計とする。

なお、通常運転時はシリンダ内には燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生しているが、定期的な点検において、ばい煙によるシリンダへの不具合は認められない。

(3) 室内の空気を取り込む機器（安全保護系）

安全保護系盤は、非常用電気品室及び中央制御室に設置してある。非常用電気品室及び中央制御室へ外気を取り入れる換気空調系の外気取入口には、バグフィルタを設置し、粒径 $2\mu\text{m}$ 以上のばい煙粒子については侵入を阻止することで安全保護系の安全機能を損なわない設計とする。

バグフィルタにより侵入を阻止できなかったばい煙が非常用電気品室内に侵入した場合においても、空調ファンを停止することで、ばい煙の侵入を阻止する。また、ばい煙が中央制御室内に侵入した場合においては、外気取入ダンパを閉止し、再循環運転を行いばい煙の侵入を阻止することで、安全保護系の安全機能を損なわない設計とする。

なお、中央制御室に侵入する可能性のあるばい煙の粒径は、概ね $2\mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定されるが、安全保護系の盤において、万が一、細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合において、ばい煙の付着等により短絡を発生させる可能性は小さく、安全保護系の安全機能を損なわない設計とする。

2.2 有毒ガスに対する設計

外部火災起因を含む有毒ガスが発生した場合は、中央制御室内に滞在する人員の居住性を確保するため、中央制御室換気空調系については、外気取入ダンパを閉止し、再循環運転を行うことで有毒ガスにより外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、外気を取り入れる換気空調系のうち、中央制御室換気空調系以外の換気空調系については、必要に応じ空調ファンを停止することで有毒ガスにより外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

なお、発電所南西 39km には石油工業関連施設（石油コンビナート等特別防災区域直江津地区）があるが、発電所周辺地域にはない。発電所周辺の危険物貯蔵施設、主要道路、鉄道路線及び一般航路と発電所の間には、十分な離隔距離がある。このため、危険物貯蔵施設、燃料輸送車両及び船舶の事故時に発生する有毒ガスは、外部事象防護対象施設に影響を及ぼすことはない。

VI-1-1-3-別添1 屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出

目 次

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. 概要 | 1 |
| 2. 屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出 | 1 |

1. 概要

本資料は、VI-1-1-3-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」、VI-1-1-3-4-2「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」及びVI-1-1-3-5-2「外部火災の影響を考慮する施設の選定」にて選定している屋外に設置されている重大事故等対処設備について説明するものである。

2. 屋外に設置されている重大事故等対処設備の抽出

VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に記載されている重大事故等対処設備のうち屋外に設置されている設備を抽出する。

抽出した屋外に設置されている重大事故等対処設備を表 2-1 に示す。

表 2-1 屋外に設置されている重大事故等対処設備 (1/2)

設 備	常設／可搬
ホイールローダ (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
可搬型代替注水ポンプ (A-2級) (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
可搬型Y型ストレーナ (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
ドレン移送ポンプ	常 設
スクラバ水 pH 制御設備用ポンプ (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
可搬型窒素供給装置 (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
熱交換器ユニット (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
ドレンタンク	常 設
フィルタ装置	常 設
よう素フィルタ	常 設
フィルタベント遮蔽壁	常 設
配管遮蔽	常 設
可搬型代替注水ポンプ (A-1級) (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
大容量送水車 (原子炉建屋放水設備用) (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
放水砲 (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
泡原液搬送車 (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
汚濁防止膜 (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
小型船舶 (汚濁防止膜設置用) (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
放射性物質吸着材 (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
泡原液混合装置 (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
大容量送水車 (海水取水用) (7号機設備, 6,7号機共用)	可 搬
燃料移送ポンプ	常 設
軽油タンク (7号機設備, 重大事故等時のみ 6,7号機共用)	常 設
第一ガスタービン発電機用燃料タンク (7号機設備, 6,7号機共用)	常 設

表 2-1 屋外に設置されている重大事故等対処設備 (2/2)

軽油タンク (重大事故等時のみ 6, 7 号機共用)	常 設
タンクローリ (16kL) (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
タンクローリ (4kL) (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
第一ガスタービン発電機 (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	常 設
電源車 (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
緊急用断路器 (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	常 設
号炉間電力融通ケーブル (可搬型) (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
フィルタ装置水位	常 設
フィルタ装置スクラバ水 pH	常 設
フィルタ装置金属フィルタ差圧	常 設
燃料取替床ブローアウトパネル	常 設
燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置	常 設
可搬型気象観測装置 (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
小型船舶 (海上モニタリング用) (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
モニタリングポスト用発電機 (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	常 設
5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備 (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
海水貯留堰 (7 号機設備, 重大事故等時のみ 6, 7 号機共用)	常 設
海水貯留堰 (重大事故等時のみ 6, 7 号機共用)	常 設
スクリーン室 (7 号機設備, 重大事故等時のみ 6, 7 号機共用)	常 設
スクリーン室 (重大事故等時のみ 6, 7 号機共用)	常 設
取水路 (7 号機設備, 重大事故等時のみ 6, 7 号機共用)	常 設
取水路 (重大事故等時のみ 6, 7 号機共用)	常 設
補機冷却用海水取水路	常 設
大容量送水車 (熱交換器ユニット用) (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
フィルタ装置出口放射線モニタ	常 設
可搬型モニタリングポスト (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬
可搬型窒素供給装置用可搬型電源設備 (7 号機設備, 6, 7 号機共用)	可 搬

VI-1-1-4 取水口及び放水口に関する説明書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
3. 取水口, 海水貯留堰, スクリーン室, 取水路, 補機取水路, 主機取水槽及び補機取水槽 ..	3
4. 放水口	19

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第33条、第62～65条、第69条及び第71条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に基づき、取水口、海水貯留堰（重大事故等時のみ6,7号機共用（以下同じ。））、スクリーン室（重大事故等時のみ6,7号機共用（以下同じ。））、取水路（重大事故等時のみ6,7号機共用（以下同じ。））、補機冷却用海水取水路（以下「補機取水路」という。）、補機冷却用海水取水槽（以下「補機取水槽」という。）、放水庭、放水路、補機冷却用放水路及び放水口の機能、位置及び構造について説明するものである。

なお、技術基準規則第4条「設計基準対象施設の地盤」、第5条「地震による損傷の防止」、第49条「重大事故等対処施設の地盤」及び第50条「地震による損傷の防止」への適合性については、耐震設計に関する内容であるため、VI-2「耐震性に関する説明書」に示す。また、技術基準規則第6条「津波による損傷の防止」及び第51条「津波による損傷の防止」への適合性については、基準津波に対する機能維持に関する内容であるため、VI-1-1-3-2「津波への配慮に関する説明書」及びVI-3「強度に関する説明書」に示す。

2. 基本方針

通常運転時等においては、設計基準対象施設である復水器の冷却用海水及び原子炉補機の冷却用海水は、取水口から海水貯留堰、スクリーン室、取水路及び補機取水路を経て主機冷却用海水取水槽（以下「主機取水槽」という。）並びに補機取水槽に導かれ、循環水ポンプ、原子炉補機冷却海水ポンプ及びタービン補機冷却海水ポンプを使用して取水し、復水器、原子炉補機冷却水系熱交換器及びタービン補機冷却水系熱交換器を冷却後、放水庭、補機放水庭から放水路、補機冷却用放水路を経て放水口まで導き、外海に放水できる設計とする。

設計基準事故時又は重大事故等時においては、技術基準規則第 33 条及び第 63 条並びにそれらの解釈に基づき、最終ヒートシンクへ熱を輸送することが要求されており、技術基準規則第 33 条及び第 62～64 条並びにそれらの解釈に基づき、海水を取水するために、原子炉補機冷却海水ポンプの流路として取水口、海水貯留堰、スクリーン室、取水路、補機取水路及び補機取水槽を使用する設計とする。冷却に使用した海水は、補機放水庭、補機冷却用放水路、放水路及び放水口を使用し放水する設計とする。

重大事故等時は、技術基準規則第 63 条、第 65 条、第 69 条及び第 71 条並びにその解釈に基づき、取水路を可搬型重大事故等対処設備の取水箇所とし、想定される重大事故等の収束までの間、海を水源として十分な水量を供給できる設計とする。

3. 取水口、海水貯留堰、スクリーン室、取水路、補機取水路、主機取水槽及び補機取水槽

取水口は、日本海に面し発電所大湊側敷地前面に設ける北防波堤の内側に設置する。海水は、取水口から海水貯留堰、スクリーン室、取水路及び補機取水路を経て主機取水槽並びに補機取水槽に導かれ、循環水ポンプ、原子炉補機冷却海水ポンプ及びタービン補機冷却海水ポンプにより海水を取水する。

海水貯留堰は、津波の引き波時における取水性低下への対応としてスクリーン室前面に設けるもので、引き波時に海面が原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回ることのないよう、取水量を確保する設計とする。海水貯留堰は、引き波により海面が海水貯留堰の天端位置を下回る時間（約 16 分）を十分上回る原子炉補機冷却海水ポンプ全個が運転可能な取水量を確保可能な設計とする。

スクリーン室、取水路、補機取水路、主機取水槽及び補機取水槽は、通常運転時等に取水した海水を復水器、原子炉補機冷却水系熱交換器及びタービン補機冷却水系熱交換器等の冷却水として使用するための流路として設計する。復水器の冷却用海水は循環水ポンプにより供給し、その容量は $106200\text{m}^3/\text{h} \times 3$ 個（通常運転時 3 個運転）である。原子炉補機冷却水系熱交換器の冷却用海水は原子炉補機冷却海水ポンプにより供給し、その容量は $1800\text{m}^3/\text{h} \times 6$ 個（2 個 \times 3 系統）（各系統通常運転時 1 個運転、1 個予備）である。タービン補機冷却水系熱交換器の冷却用海水はタービン補機冷却海水ポンプにより供給し、その容量は $2800\text{m}^3/\text{h} \times 3$ 個（通常運転時 2 個運転、1 個予備）である。

また、スクリーン室、取水路、補機取水路及び補機取水槽は、設計基準事故時又は重大事故等時に取水した海水を原子炉補機冷却海水ポンプに冷却水として使用するための流路として設計する。重大事故等時には、残留熱除去系等を冷却するために使用する熱交換器ユニットの冷却用海水は大容量送水車（熱交換器ユニット用）により供給し、その容量は $1100\text{m}^3/\text{h} \times 1$ 個である。放射性物質の大気への拡散抑制又は航空機燃料火災への泡消火対応として、大容量送水車（原子炉建屋放水設備用）による原子炉建屋への放水を行い、その容量は $900\text{m}^3/\text{h} \times 1$ 個である。重大事故等の収束に必要となる水源へ大容量送水車（海水取水用）により水を供給し、その容量は $300\text{m}^3/\text{h} \times 1$ 個である。

海水貯留堰、スクリーン室、取水路、補機取水路及び補機取水槽は、非常用取水設備と位置付け、重大事故等時に使用することから重大事故等対処設備として設計する。

また、スクリーン室には異物の流入防止として固定式バースクリーン、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーンを設ける。

表 3-1～表 3-5 に海水貯留堰、スクリーン室、取水路、補機取水路及び補機取水槽の主要仕様を示す。

取水口及び放水口に関する施設の位置図を図 3-1 に、取放水に関する海水等流路系統概要図を図 3-2～図 3-6 に、海水貯留堰、スクリーン室、取水路、補機取水路及び補機取水槽の構造図を図 3-7～図 3-13 に示す。

表 3-1 海水貯留堰の主要仕様

- (1) 海水貯留堰 (6号機設備)
- 種 類 貯留堰
- 主要寸法 たて 39504 mm
横 92643 mm
高さ 2000 mm
- 材 料 SKY490
- (2) 海水貯留堰 (7号機設備)
- 種 類 貯留堰
- 主要寸法 たて 39498 mm
横 92289 mm
高さ 2000 mm
- 材 料 SKY490

表 3-2 スクリーン室の主要仕様

- (1) スクリーン室 (6号機設備)
- 種 類 鉄筋コンクリート函渠
- 主要寸法 たて 23100 mm
横 45500 mm
高さ 7600 mm
- 材 料 鉄筋コンクリート
- (2) スクリーン室 (7号機設備)
- 種 類 鉄筋コンクリート函渠
- 主要寸法 たて 23100 mm
横 45500 mm
高さ 7600 mm
- 材 料 鉄筋コンクリート

表 3-3 取水路の主要仕様

- (1) 取水路 (6号機設備)
- 種 類 鉄筋コンクリート函渠
- 主要寸法 たて 127350 mm
横 長辺 45500 mm
短辺 14600 mm
高さ 6900 mm
- 材 料 鉄筋コンクリート

(2) 取水路 (7号機設備)

種 類	鉄筋コンクリート函渠		
主要寸法	たて	127350 mm	
	横	長辺	45500 mm
		短辺	14600 mm
	高さ	6900 mm	
材 料	鉄筋コンクリート		

表 3-4 補機取水路の主要仕様

種 類	鉄筋コンクリート函渠		
主要寸法	たて	北側	21022 mm
		南側	21363 mm
	横	北側	13675 mm
		南側	18200 mm
	高さ	北側	3200 mm
		南側	3200 mm
材 料	鉄筋コンクリート		

表 3-5 補機取水槽の主要仕様

(1) 補機冷却用海水取水槽 (A)

種 類	鉄筋コンクリート取水槽		
主要寸法	奥行き	4750 mm	
	幅	6750 mm	
	高 さ	12100 mm	
材 料	鉄筋コンクリート		

(2) 補機冷却用海水取水槽 (B)

種 類	鉄筋コンクリート取水槽		
主要寸法	奥行き	4750 mm	
	幅	7400 mm	
	高 さ	12100 mm	
材 料	鉄筋コンクリート		

(3) 補機冷却用海水取水槽 (C)

種 類	鉄筋コンクリート取水槽		
主要寸法	奥行き	4750 mm	
	幅	6725 mm	
	高 さ	12100 mm	
材 料	鉄筋コンクリート		

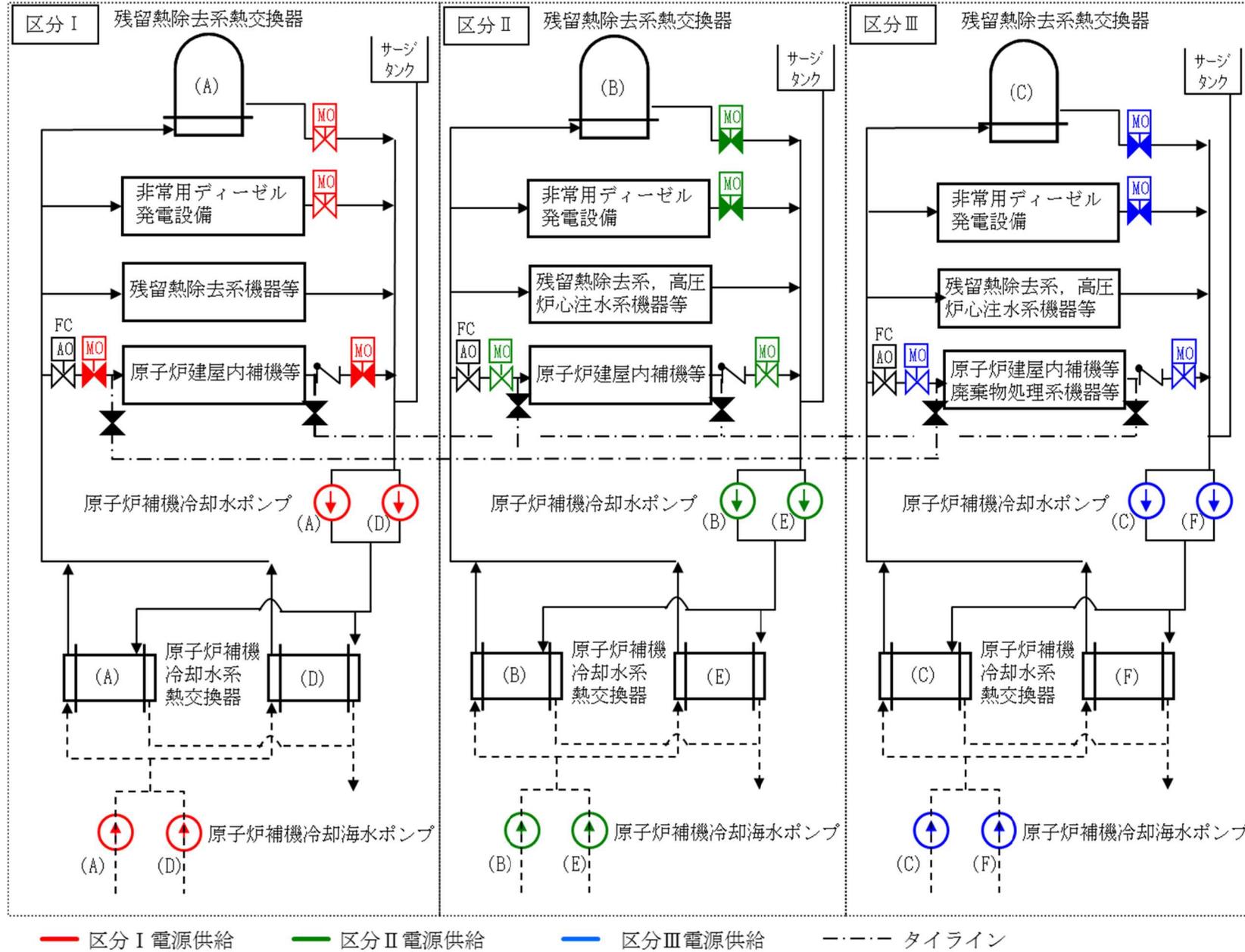


図 3-2 原子炉補機冷却系系統概要図 (原子炉補機冷却海水ポンプ使用時)

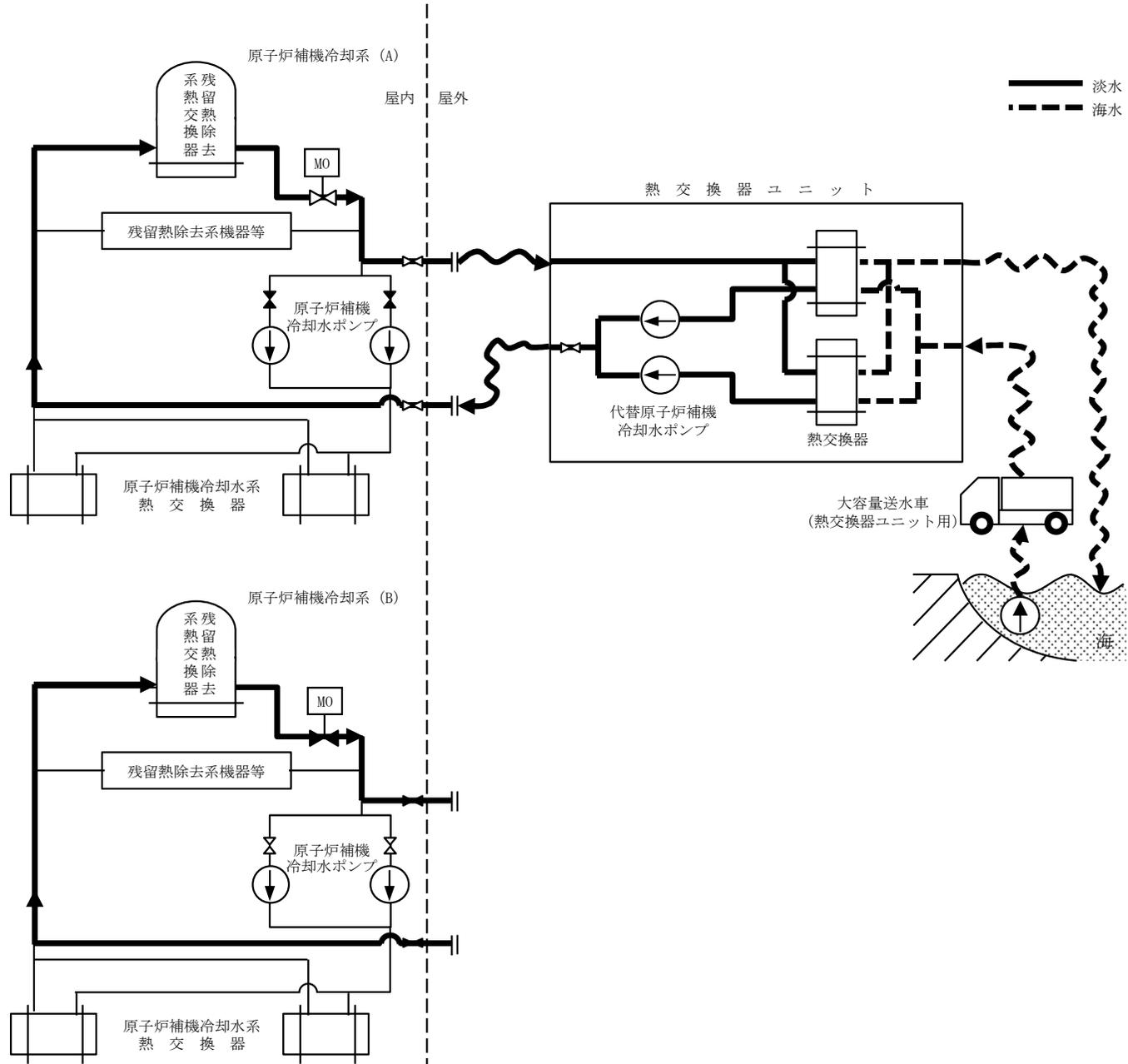


図 3-3 原子炉補機冷却系系統概要図 (熱交換器ユニット使用時)

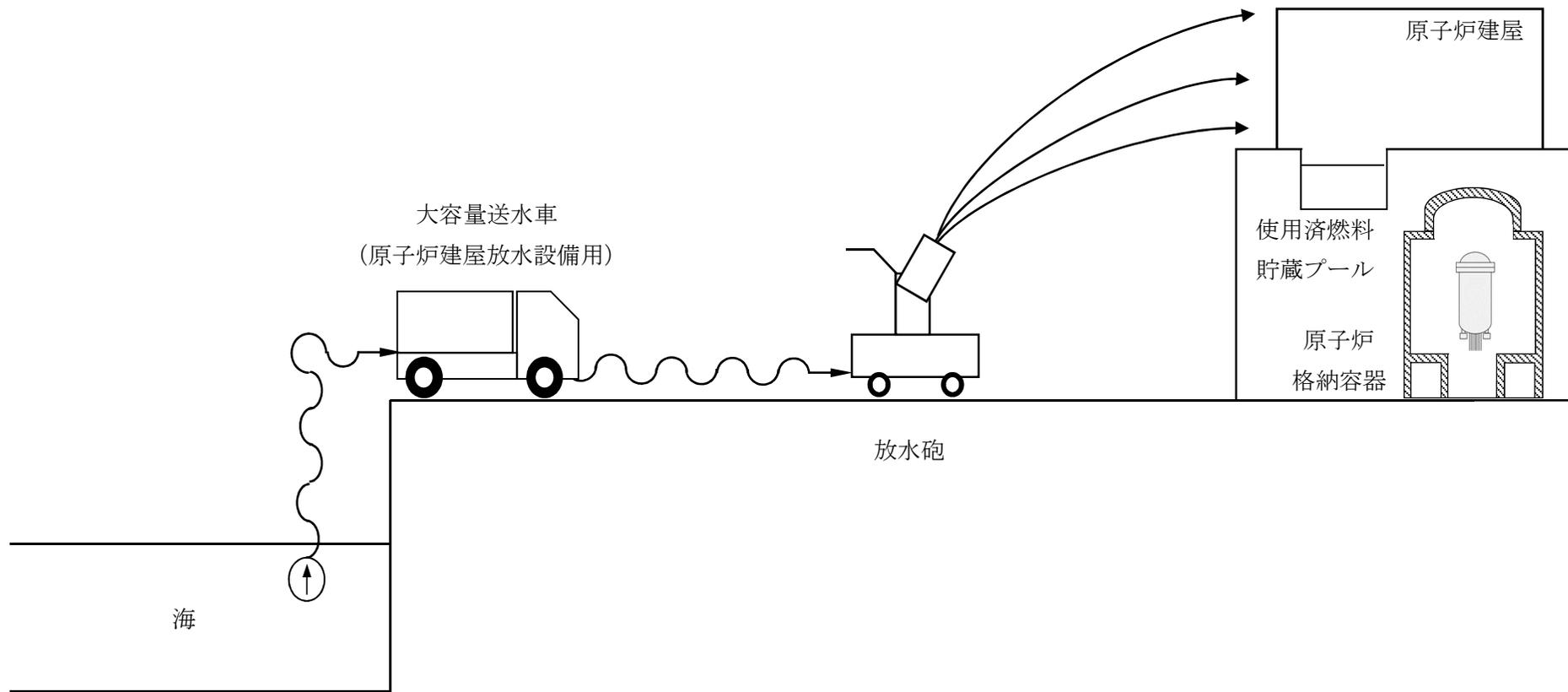


図3-4 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備
概略系統図（海を水源とした大気への拡散抑制）

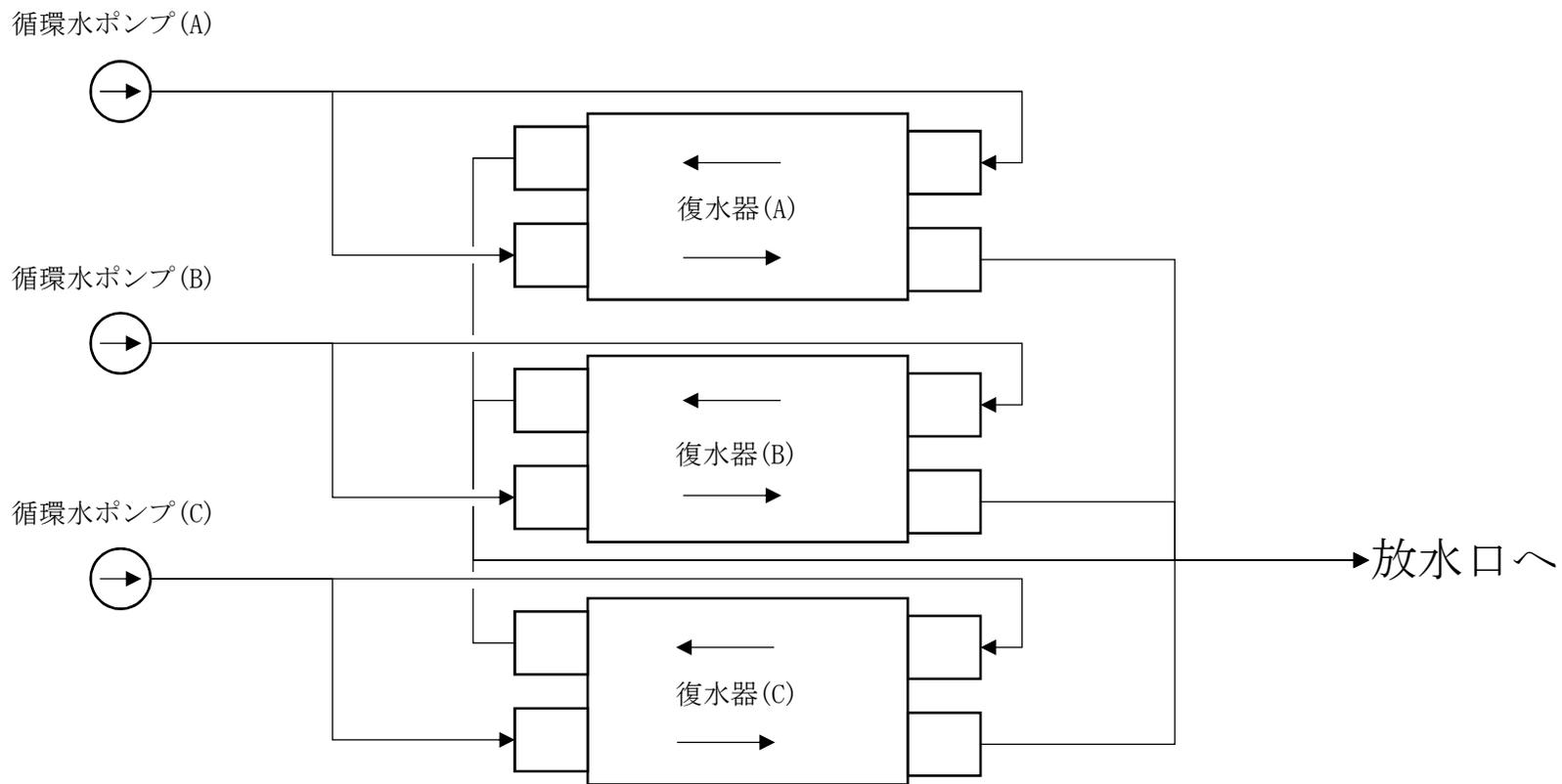


図 3-5 循環水系系統概要図

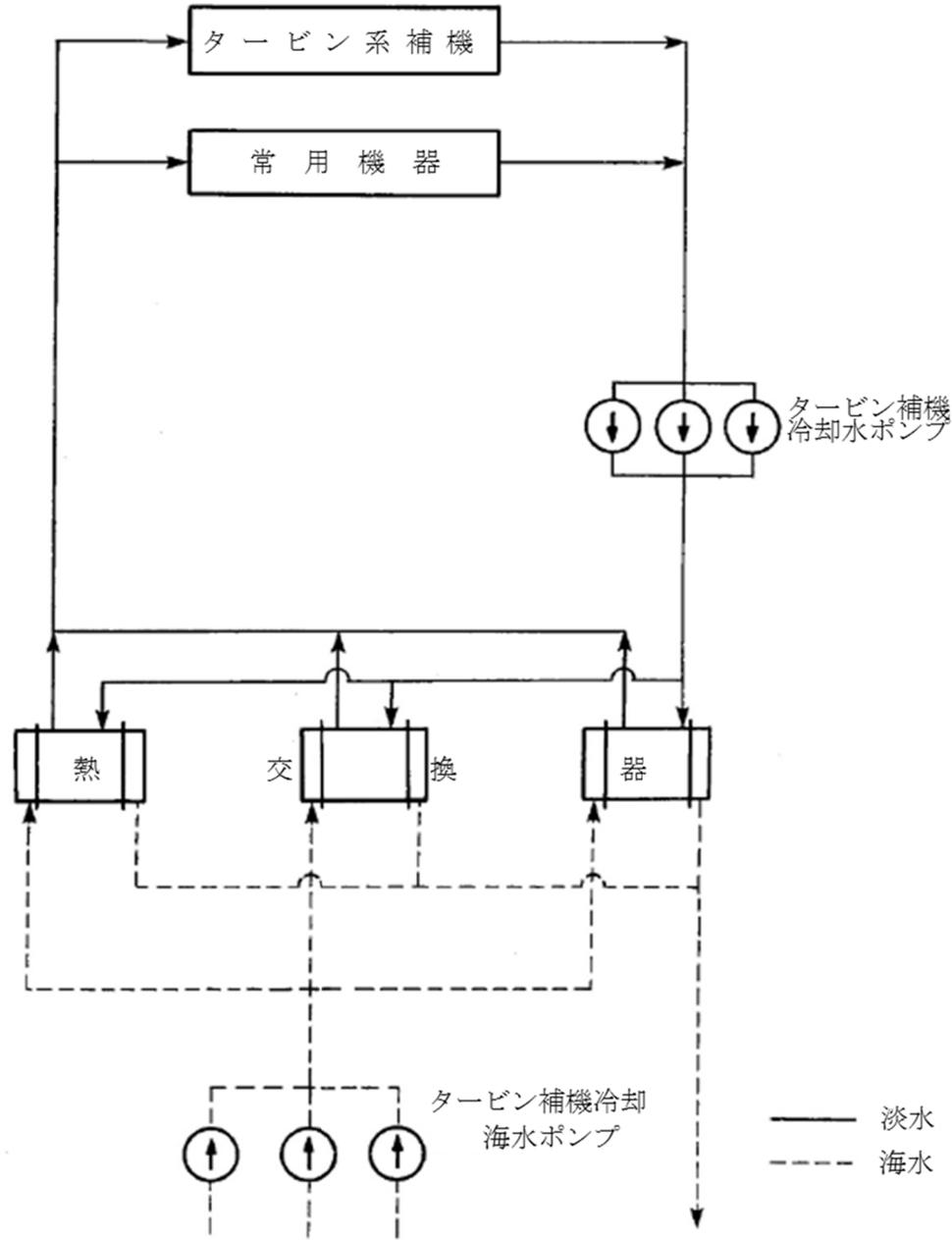


図 3-6 タービン補機冷却系系統概要図

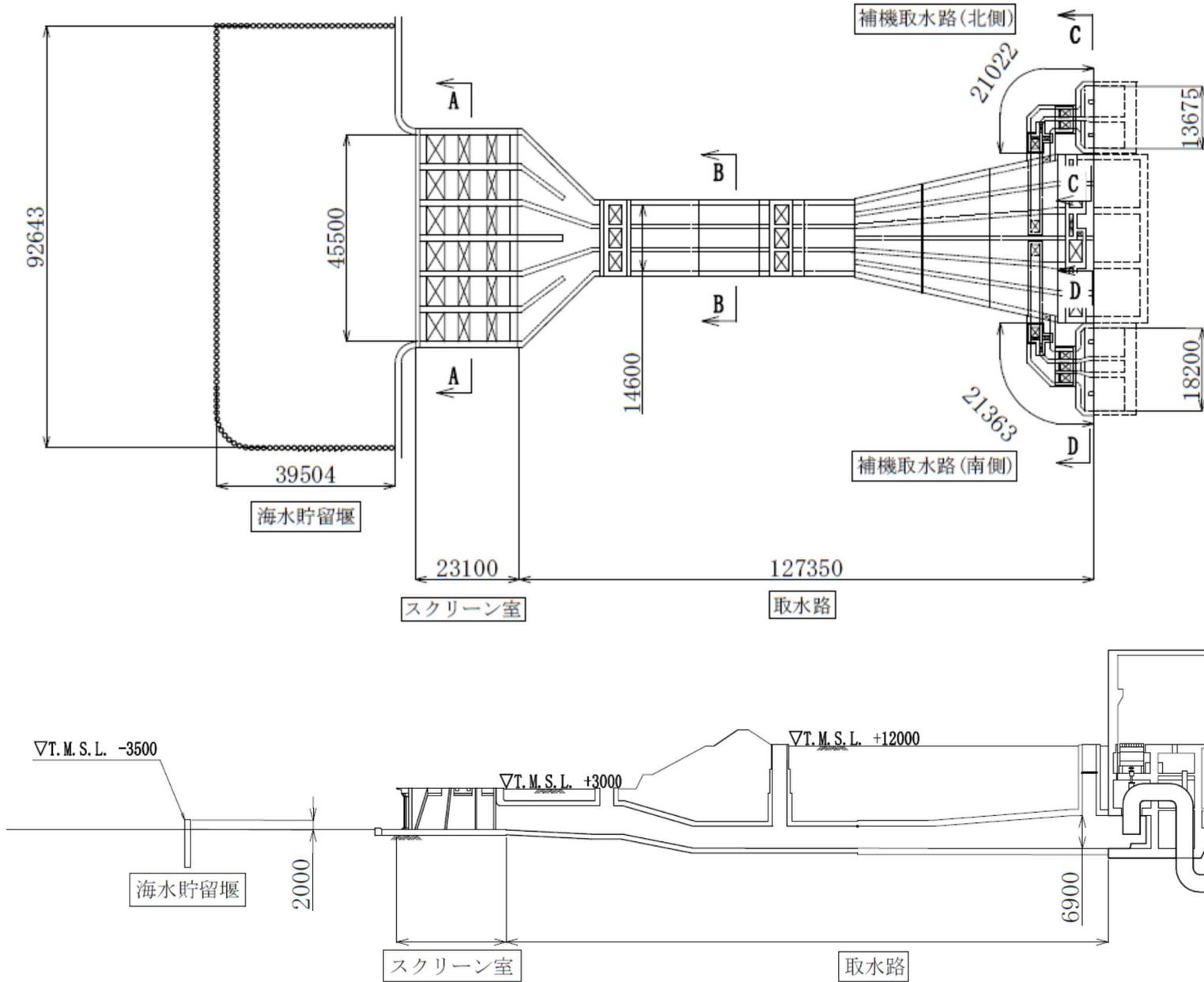
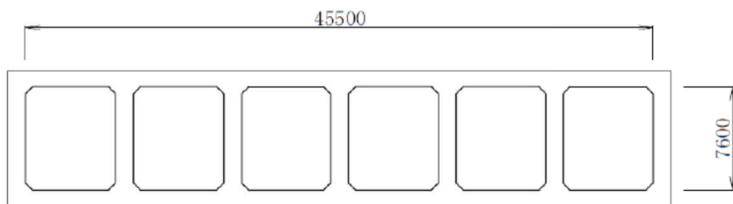
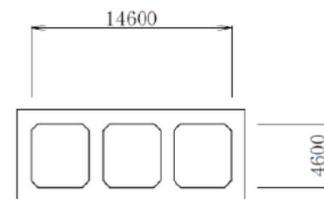


図 3-7 海水貯留堰，スクリーン室，取水路及び補機取水路構造図（6号機平面図及び縦断面図）

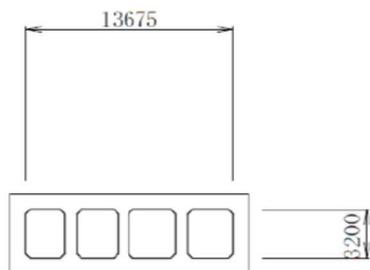
A-A 断面 (図 3-7)



B-B 断面 (図 3-7)



C-C 断面 (図 3-7)



D-D 断面 (図 3-7)

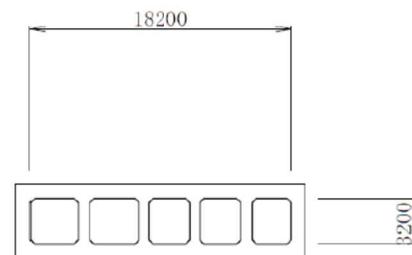


図 3-8 スクリーン室, 取水路及び補機取水路構造図 (6号機断面図)

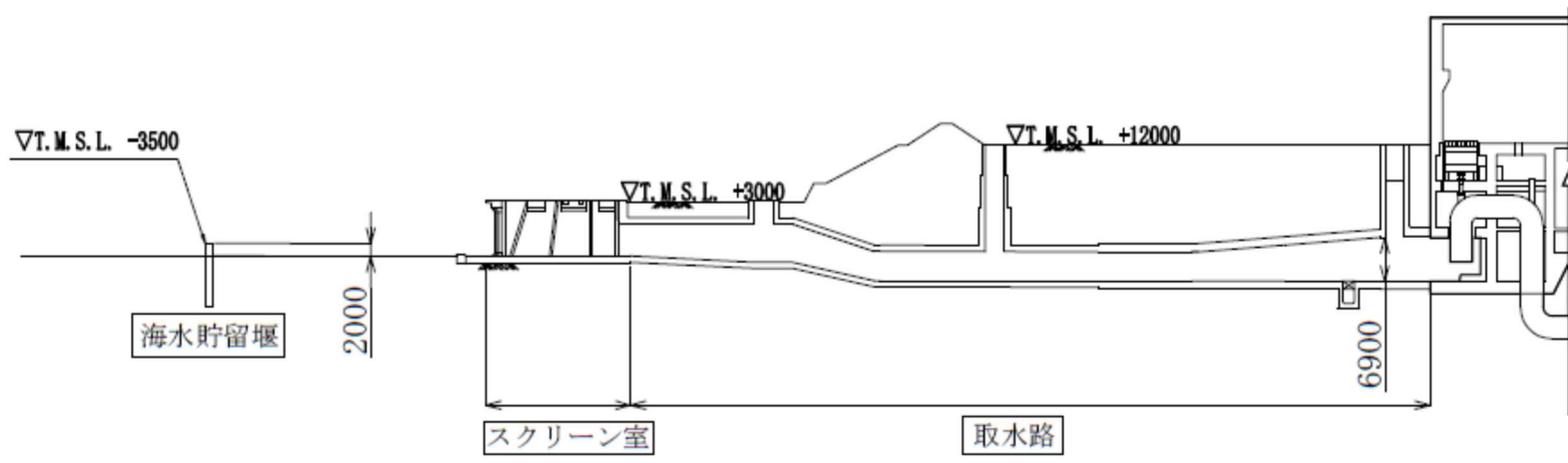
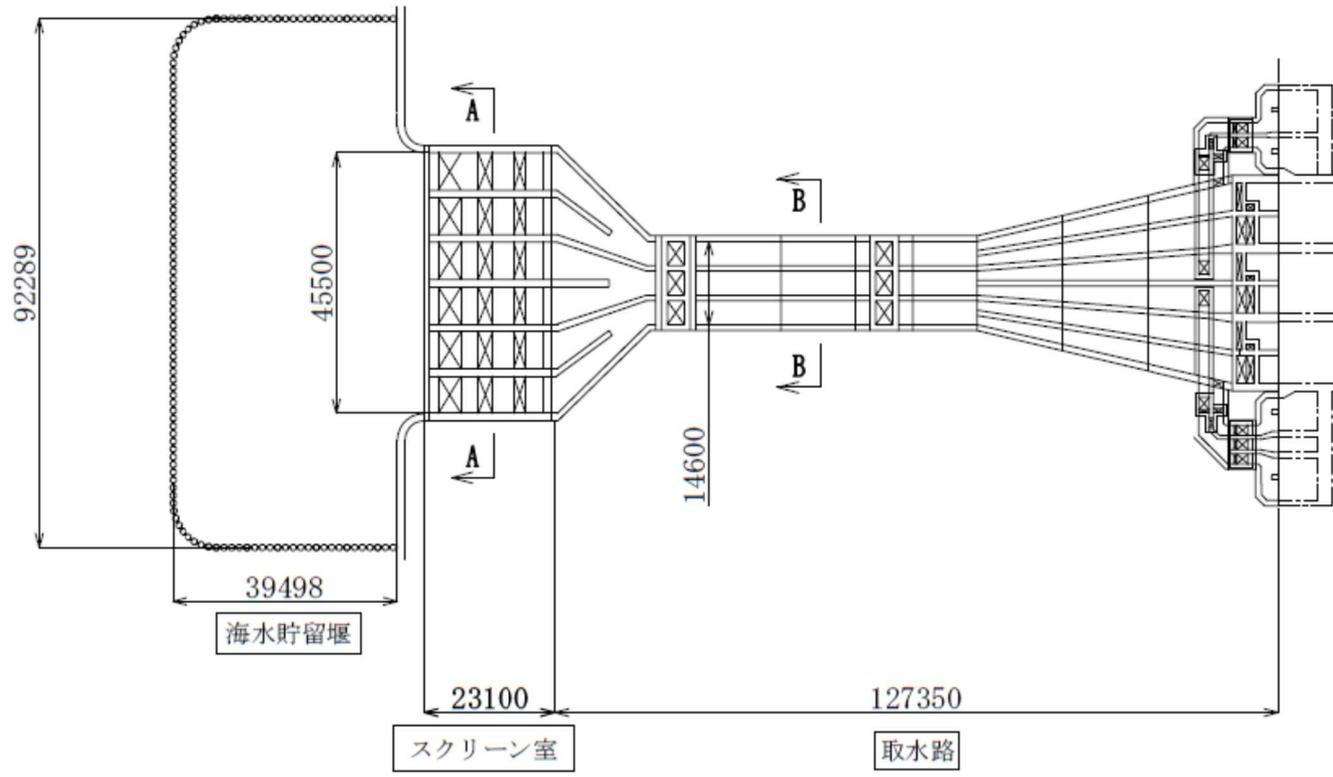
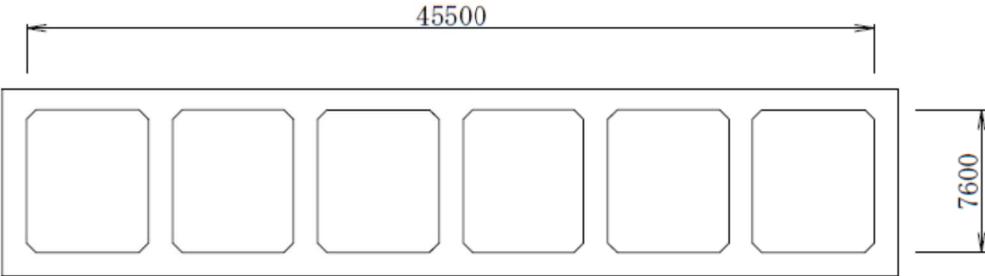


図 3-9 海水貯留堰, スクリーン室及び取水路構造図 (7号機平面図及び縦断面図)

A-A 断面 (図3-9)



B-B 断面 (図3-9)

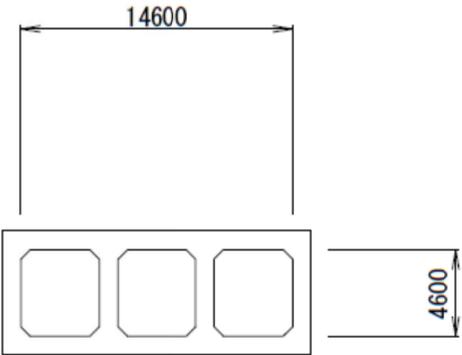
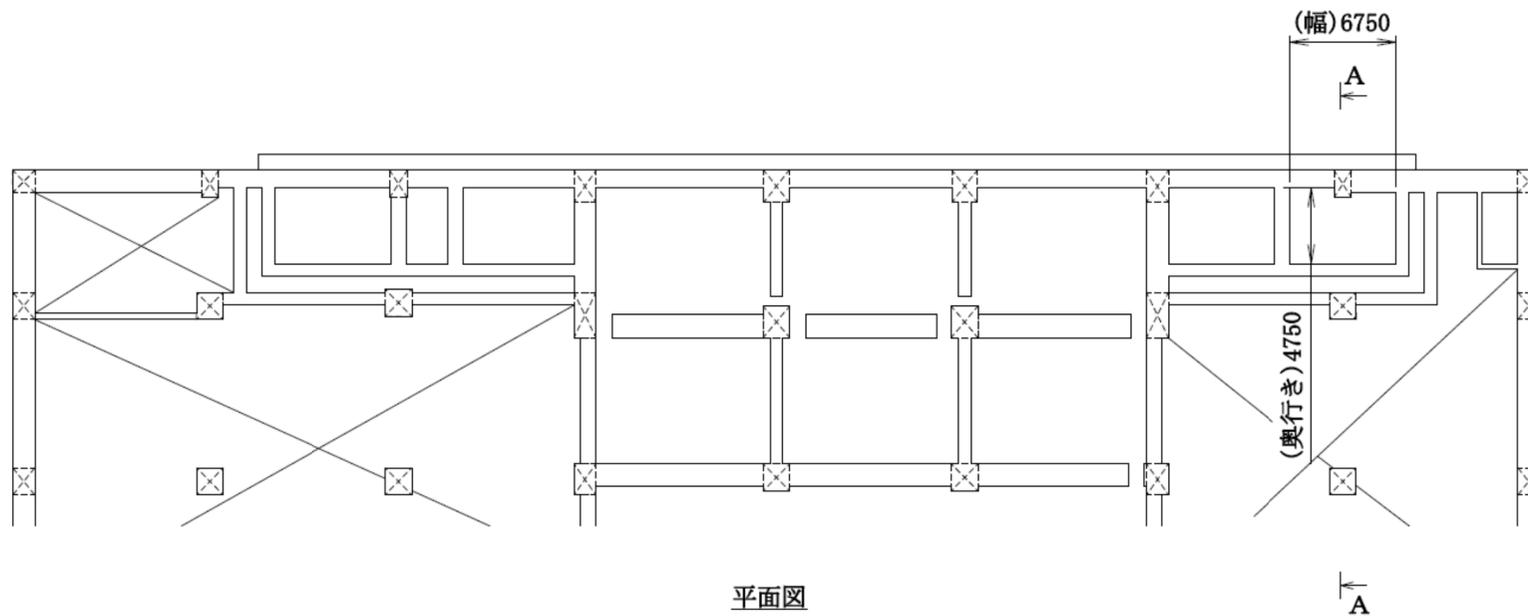
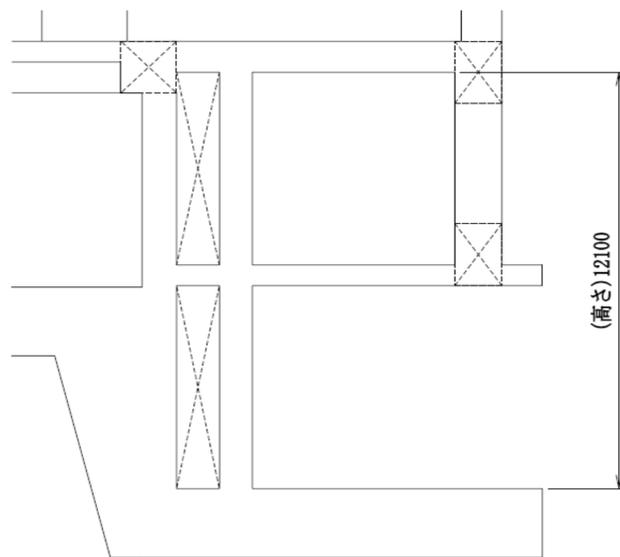


図 3-10 スクリーン室及び取水路構造図 (7号機断面図)

K6 ① VI-1-1-4 R0



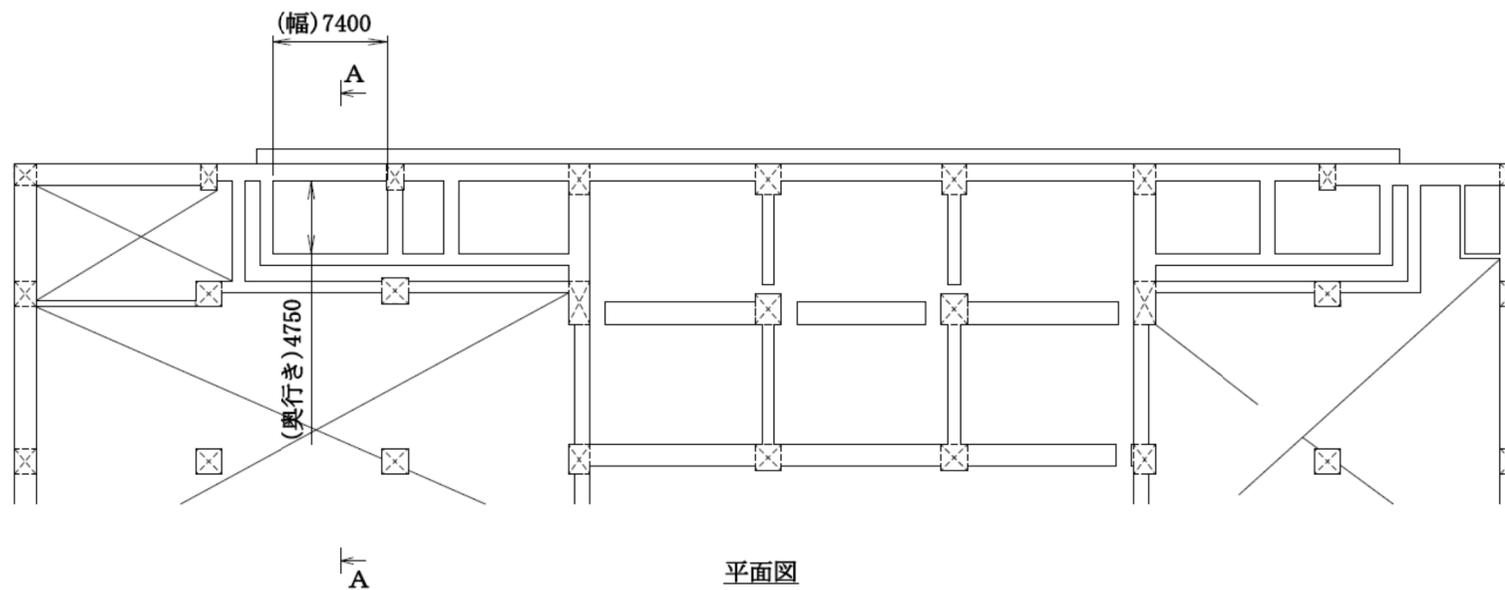
平面図



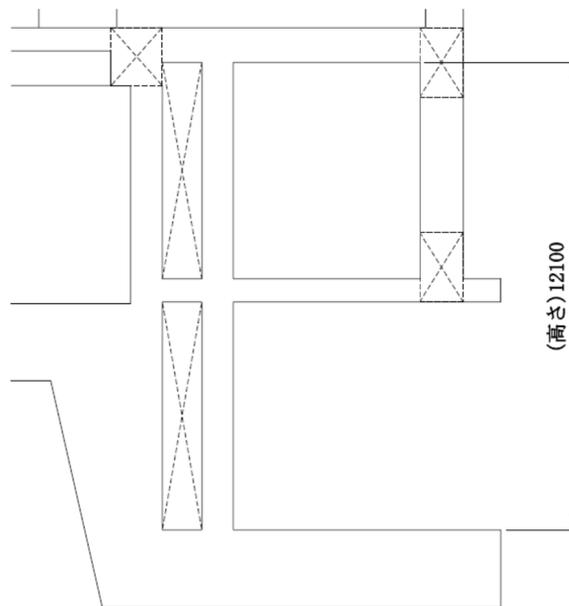
A-A断面
(拡大図)

図 3-11 補機取水槽(A)構造図 (6号機)

K6 ① VI-1-1-4 R0

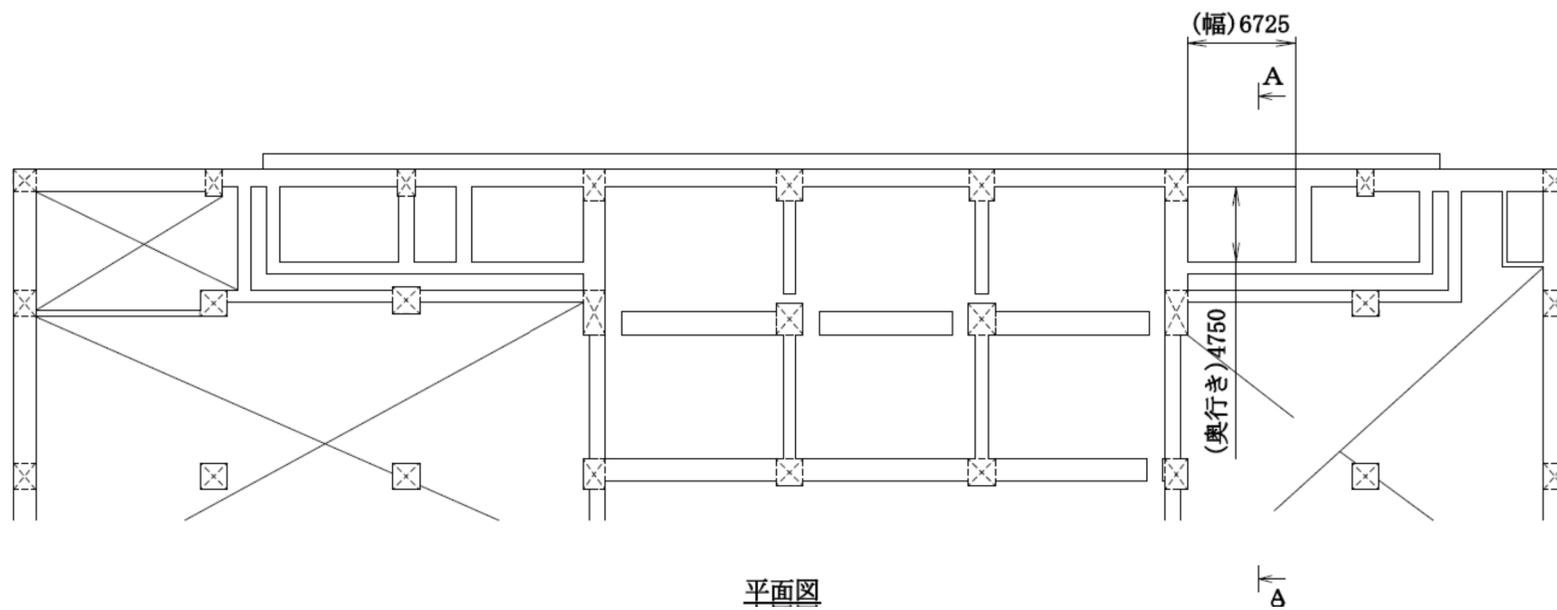


平面図

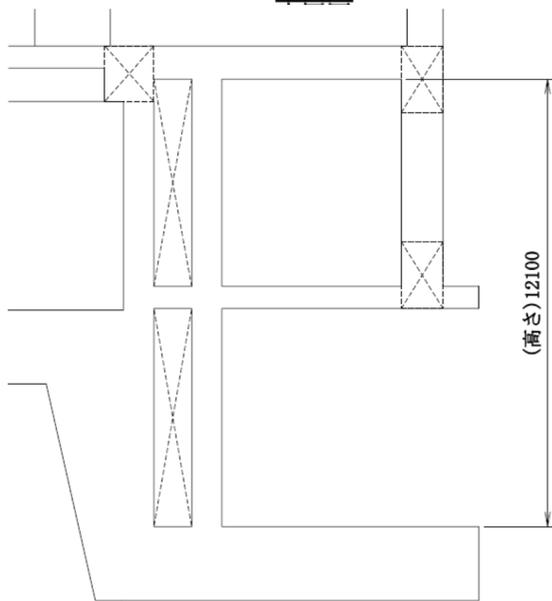


A-A断面
(拡大図)

図 3-12 補機取水槽(B)構造図 (6号機)



平面図



A-A断面
(拡大図)

図 3-13 補機取水槽 (C) 構造図 (6 号機)

4. 放水口

放水口は、日本海に面した発電所大湊側敷地前面に設ける北防波堤の外側に設置する。

通常運転時等に放水口から放水する海水等は、復水器及び補機冷却水設備の冷却水、液体廃棄物処理設備の蒸留水、ろ過水、一般排水等であり、放水庭及び補機放水庭から放水路及び補機冷却用放水路を経て放水口まで導き外海に放水し、その流量は循環水ポンプ 106200m³/h×3 個、原子炉補機冷却海水ポンプ 1800m³/h×6 個、タービン補機冷却海水ポンプ 2800m³/h×3 個である。

設計基準事故時は、原子炉補機冷却海水ポンプによる残留熱除去系等の冷却に使用した海水を補機放水庭から補機冷却用放水路及び放水路を経て放水口まで導き外海に放水し、その容量は原子炉補機冷却海水ポンプ 1800m³/h×6 個である。

また、重大事故等時においては、大容量送水車（熱交換器ユニット用）又は原子炉補機冷却海水ポンプによる残留熱除去系等の冷却に使用した海水を放水庭及び補機放水庭から放水路及び補機冷却用放水路等を経て放水口まで導き外海に放水し、その容量は、大容量送水車（熱交換器ユニット用）1100m³/h×1 個、原子炉補機冷却海水ポンプ 1800m³/h×6 個である。なお、大容量送水車（熱交換器ユニット用）は重大事故等時において、原子炉補機冷却海水ポンプが機能喪失した場合に使用する。

放射性物質の大気への拡散抑制又は航空機燃料火災への泡消火対応として、大容量送水車（原子炉建屋放水設備用）による原子炉建屋への放水に使用した海水については、原子炉建屋屋上から建屋雨水路を経由して構内の雨水排水路に導かれ、屋外排水路及び放水路を経由し、海洋に放出する設計とする。

表 4-1 に放水口の主要仕様を示す。

放水設備配置図を図 4-1 に、放水設備断面図を図 4-2 に、屋外排水路配置図を図 4-3 に示す。

表 4-1 放水口の主要寸法

種 類	鉄筋コンクリート函渠
主要寸法	たて 37044 mm
	横 12000 mm
	高さ 5700 mm
材 料	鉄筋コンクリート

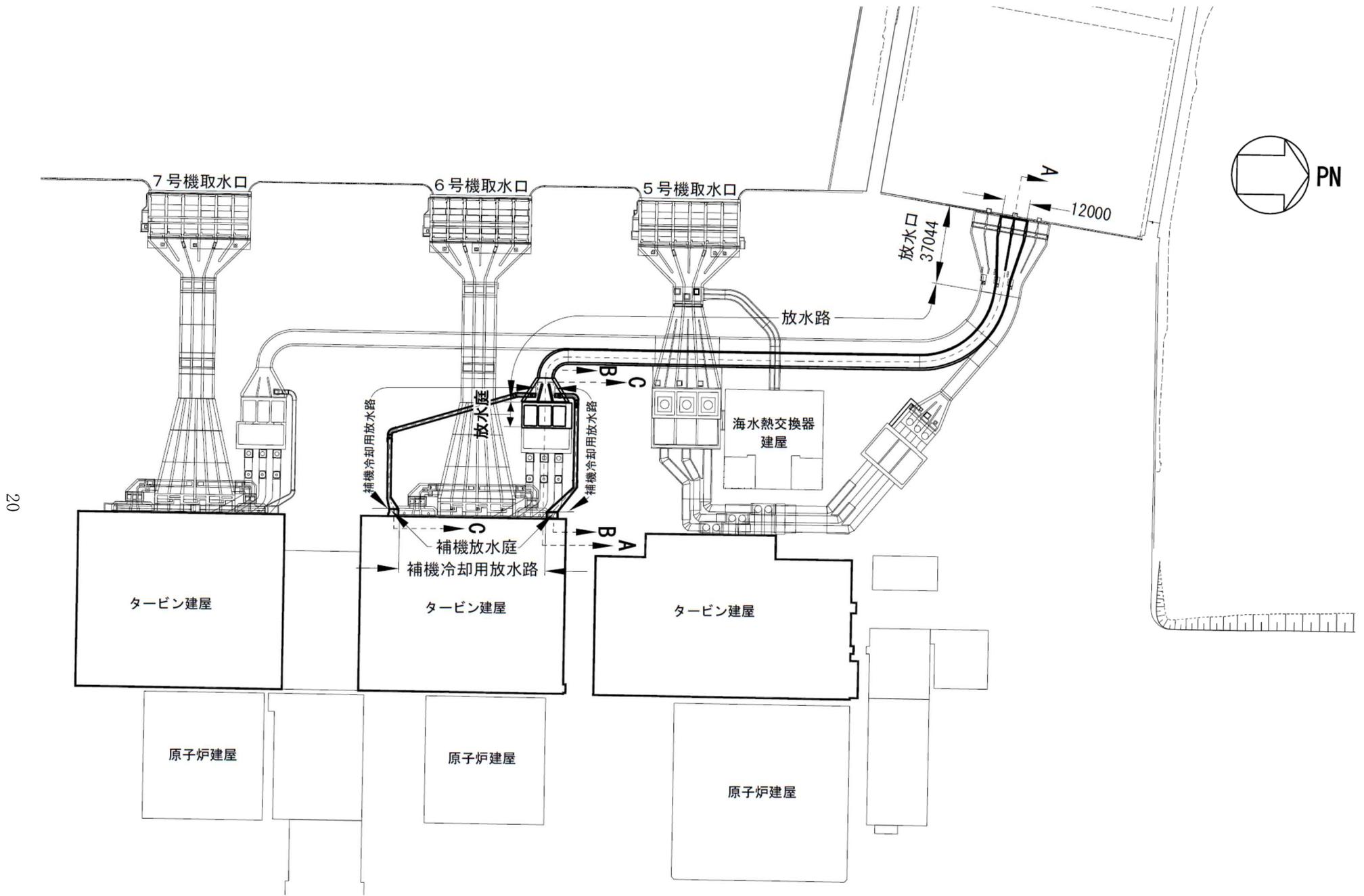


図 4-1 放水設備配置図

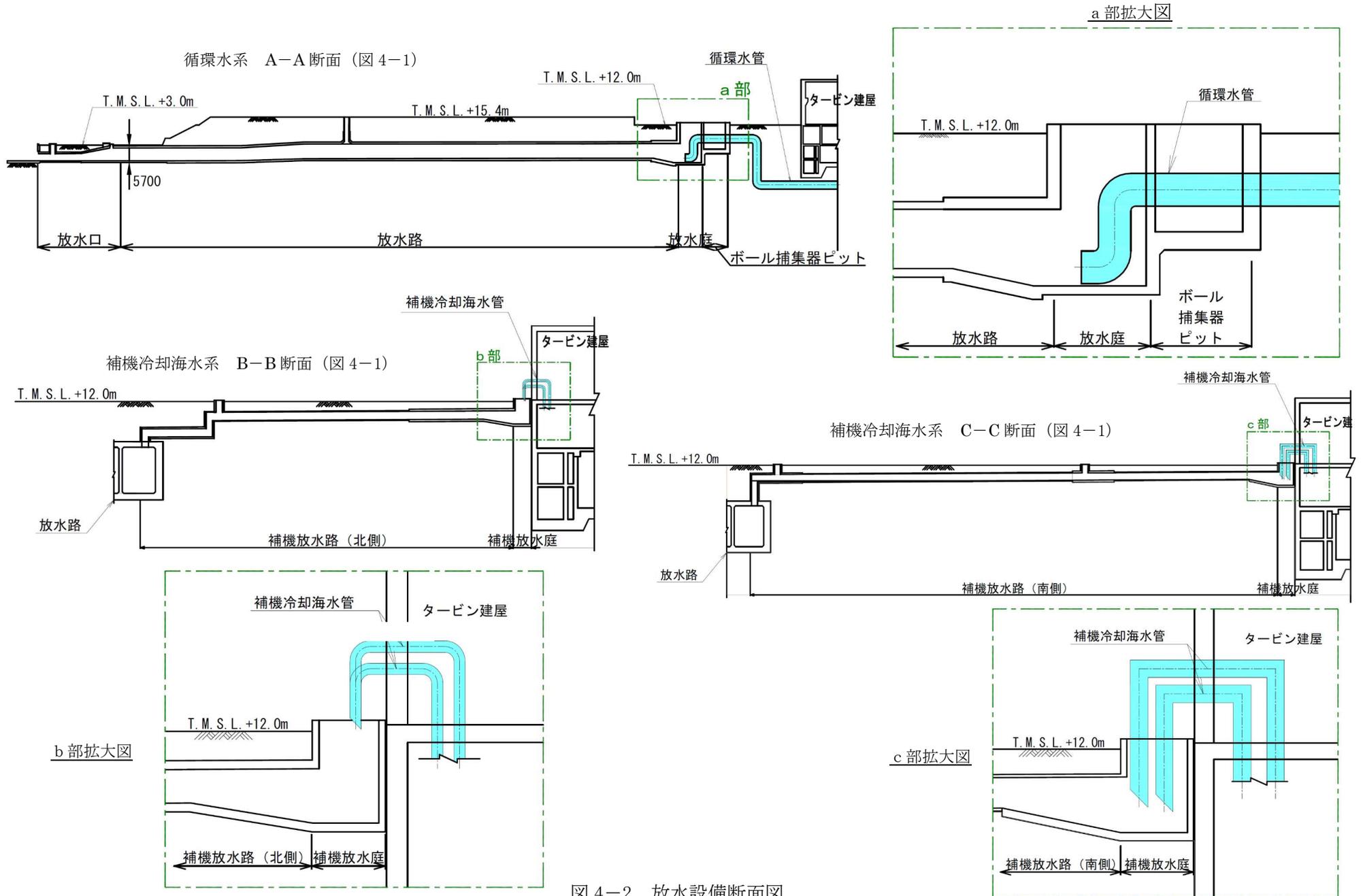


図 4-2 放水設備断面図

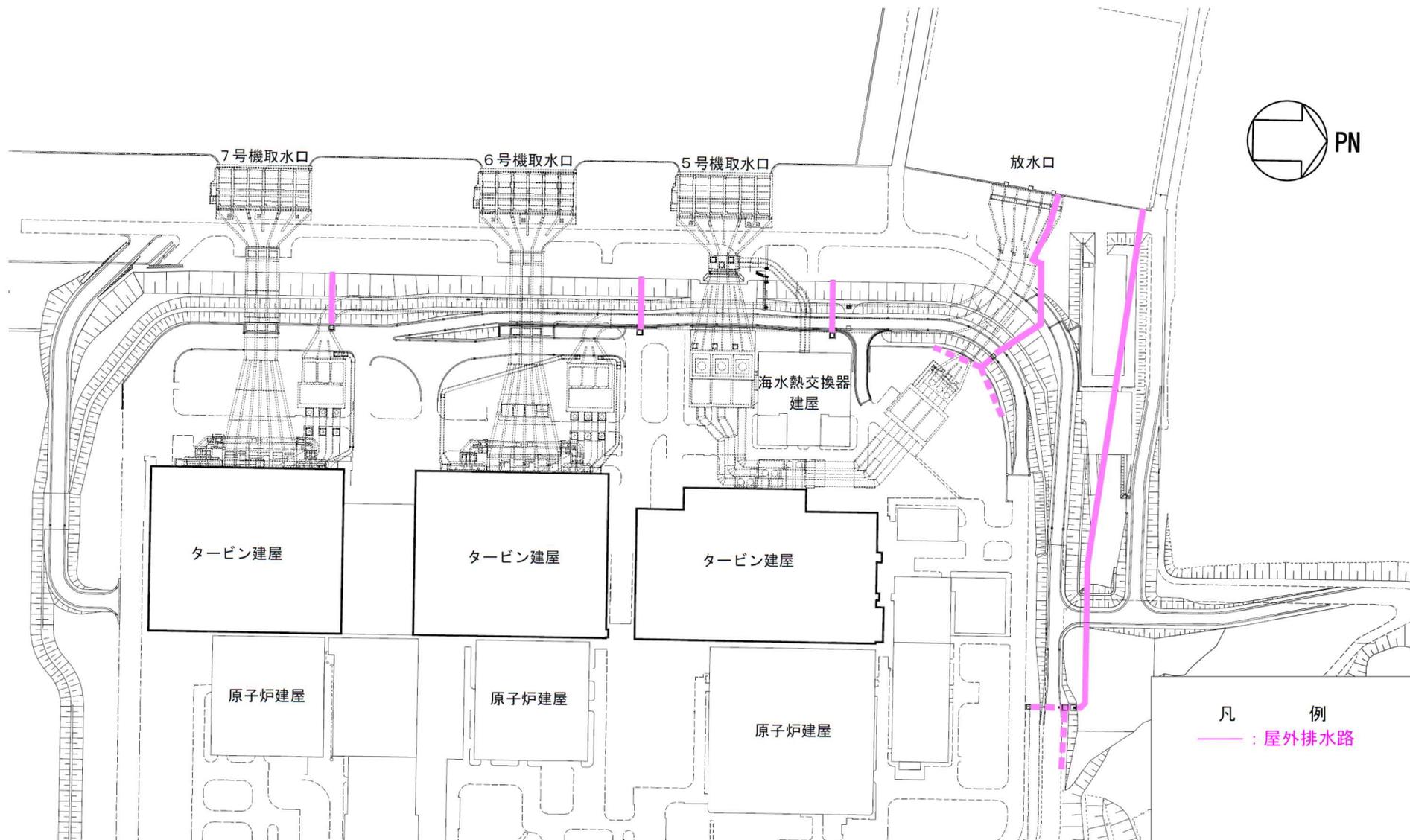


図 4-3 屋外排水路配置図