

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所工事計画審査資料	
資料番号	工認-055 改 8
提出年月日	平成 30 年 9 月 27 日

V-1-1-2-1 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。

V-1-1-2-1-1 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

V-1-1-2-1-2 防護対象施設の範囲

V-1-1-2-1-1 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考慮.....	4
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.....	8
4. 組合せ.....	10
4.1 自然現象の組合せについて.....	10
4.2 設計基準事故又は重大事故等時の荷重の考慮について.....	13
4.3 組合せを考慮した荷重評価について.....	14

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、添付書類「V-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。

また、基準津波を超え敷地に遡上する津波（以下「敷地に遡上する津波」という。）については、添付書類「V-1-1-6 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」において、技術基準規則第54条第1項及びその解釈への適合することを説明するとともに、具体的な敷地に遡上する津波への対策については、添付書類「V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書」に示す。

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、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮の自然現象（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、添付書類「V-1-1-6 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、悪影響防止、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、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爆発、近隣工場等の火災、危険物を搭載した車両、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害に対してその安全性が損なわれないよう、防護措置又は対象とする発生源から一定の距離をお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その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、飛来物（航空機落下）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**。本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**。

航空機落下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その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、添付書類「V-1-1-6 **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、**人為事象**に対して、位置的分散、悪影響防止、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、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設備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、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（以下「**安全重要度分類**」という。）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（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、設計基準対象施設と同時に必要な機能が損なわれないことがないよう、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、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、添付書類「V-1-1-2-1-2 防護対象施設の範囲」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）許可において示すとおり、地震、津波、風（台風）、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。組み合わせる荷重の大きさについては、建築基準法に準じるものとする。

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屋内の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応力と重なり合わない設計とする。

屋外の重大事故等対処設備は、重大事故等時において、万が一、使用中に機能を喪失した場合であっても、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設計とすることにより、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）により作用する衝撃が重大事故等時に生じる応力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。）に対しても、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）許可を受けた選定した10事象に津波を含め、11事象とする。

- ・ 津波
- ・ 風（台風）
- ・ 竜巻
- ・ 凍結
- ・ 降水
- ・ 積雪
- ・ 落雷
- ・ 火山の影響

- ・生物学的事象
- ・森林火災
- ・高潮

3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の考慮

(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^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^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^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、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とするため、防潮堤及び防潮扉を、また、取水路、放水路等の経路から流入させない設計とするため、取水路に取水路点検用開口部浸水防止蓋、海水ポンプ室に海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁、循環水ポンプ室に取水ピット空気抜き配管逆止弁、放水路に放水路ゲート及び放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋、SA用海水ピットにSA用海水ピット開口部浸水防止蓋、緊急用海水ポンプ室に緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋、緊急用海水ポンプグラウンド dren 排水口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床 dren 排水口逆止弁並びに構内排水路に構内排水路逆流防止設備を設置する。また、防潮堤及び防潮扉下部貫通部に対して止水処置を実施する。

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、海水ポンプ室に海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の設置並びにタービン建屋又は非常用海水系配管カルバートと隣接する原子炉建屋境界地下階の貫通部に対して止水処置を実施する。さらに、屋外の循環水系配管の損傷箇所から残留熱除去系海水系ポンプ、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下「非常用海水ポンプ」という。）が設置されている非常用海水ポンプ室への津波の流入を防止するため、非常用海水ポンプ室の壁の貫通部に対して止水処置を実施する。重大事故等^等に対処施設の津波防護対象設備（貯留堰及び取水構造物を除く。）を内包する建屋及び区画については、上記の浸水防止設備及び止水処置に加え、緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋、緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋、格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ、常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ、常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ、常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉を設置する。

引き波時の水位の低下時は、水面が非常用海水ポンプの取水可能水位を下回ることから、取水口前面の海中に貯留堰を設置し海水を貯留することで、非常用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、緊急用海水ポンプ、可搬型代替注水大型ポンプ及び可搬型代替注水中型ポンプの海水の流路であるSA用海水ピット取水塔、海水引込み管、SA用海水ピット及び緊急用海水取水管を地下に設置することで、緊急用海水ポンプ、可

搬型代替注水大型ポンプ及び可搬型代替注水中型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、取水路に潮位計、取水ピットに取水ピット水位計並びに原子炉建屋屋上及び防潮堤上部に津波・構内監視カメラを設置する。

詳細については、添付書類「V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書」に示す。

(2) 風（台風）

発電所の最寄りの観測所である水戸地方気象台での観測記録（1897 年～2012 年）によれば、最大風速は 28.3 m/s（1961 年 10 月 10 日）であり、この観測記録を考慮して統計的に算出された建築基準法に基づく「その地方における過去の台風の記録に基づく風害の程度その他の風の性状に応じて三十メートル毎秒から四十六メートル毎秒までの範囲内において国土交通大臣が定める風速」（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号）を用いて風荷重を設定し、外部事象防護対象施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。

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対象施設と位置的分散を図り設置する。

(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 100 m/s の設計竜巻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その安全性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、位置的分散、悪影響防止及び環境条件等を考慮した設計とする。さらに、外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋（以下「外部事象防護対象施設等」という。）に波及的影響を及ぼす可能性がある施設の影響及び竜巻の随伴事象による影響について考慮した設計とする。

詳細については、添付書類「V-1-1-2-3 竜巻への配慮に関する説明書」に示す。

(4) 凍結

水戸地方気象台での観測記録（1897 年～2012 年）によれば、最低気温は -12.7 °C（1952 年 2 月 5 日）である。

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備は、凍結に対して、上記最低気温を考慮した設計基準温度を設定し、設計基準温度に対して、屋外設備については保温等の凍結防止対策を行うことにより、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

(5) 降水

水戸地方気象台での観測記録（1906 年～2012 年）によれば、日最大 1 時間降水量は 81.7 mm（1947 年 9 月 15 日）である。

外部事象防護対象施設は、降水による浸水に対して、森林法に基づき上記観測記録を上回る設計基準降水量を設定し、構内排水路を設けて海域へ排水を行うことにより、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

構内排水路は、設計基準降水量を上回る排水能力を有する設計とする。

降水による荷重に対して、排水口及び構内排水路による海域への排水により、外部事象防護対象施設の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、降水に対して防水対策を行う設計とする。

(6) 積雪

水戸地方気象台での観測記録（1897年～2012年）によれば、月最深積雪は32 cm（1945年2月26日）であり、この観測記録を考慮して統計的に算出された建築基準法に基づく垂直積雪量を用いて積雪荷重を設定し、外部事象防護対象施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。

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。

また、給排気口は、観測記録を考慮して統計的に算出された建築基準法に基づく垂直積雪量に対して、閉塞により外部事象防護対象施設の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、除雪により、積雪荷重に対してその必要な機能を損なうおそれがない設計とする。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、設計基準電流値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を行うとともに、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、その安全性を損なうおそれがない設計とする。また、発電所の雷害防止対策として、原子炉建屋等に避雷針を設置する。

重大事故等対処設備は、必要に応じ避雷設備又は接地設備により防護する設計とする。

(8) 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、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

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50 cm、密度0.3 g/cm³（乾燥状態）～1.5 g/cm³（湿潤状態）、粒径8 mm以下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、環境条件等を考慮した設計とする。

詳細については、添付書類「V-1-1-2-4 火山への配慮に関する説明書」に示す。

(9) 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、海生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設計とする。

海生生物であるクラゲ等の発生に対しては、除塵装置を設置し、除塵装置を通過する貝等の海生生物に対しては、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、残留熱除去系熱交換器等への侵入を防止し、その安全性を損なうおそれがない設計と

する。さらに、定期的に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により、屋外設備は端子箱貫通部の閉止処置を行うことにより小動物の侵入を防止し、その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、生物学的事象に対して、小動物の侵入を防止し、海生生物に対して、**侵入を防止する又は予備を有する**設計とする。

(10) 森林火災

自然現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 23 m）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基に求めた、防火帯の外縁（**火炎側**）**付近**における**最大火炎輻射強度**（建屋評価においては 444 kW/m^2 ，その他評価においては 442 kW/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隔離距離を確保する設計とする。

ばい煙等発生時の二次的影響については、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）、外気を取り込む屋外設置機器は、適切な防護対策を講じることで、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

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必要な機能を損なわないよう、位置的分散を図る。

詳細については、爆発、近隣工場等の火災及び有毒ガスと合わせて添付書類「V-1-1-2-5 **外部火災への配慮に関する説明書**」に示す。

(11) 高潮

発電所から北方約 3 km 地点に位置する茨城港日立港区での観測記録によれば、最高潮位は T.P.（東京湾中等潮位） $+1.46 \text{ m}$ （1958 年 9 月 27 日）、朔望平均満潮位が T.P. $+0.61 \text{ m}$ である。

外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備（**非常用取水設備を除く。**）は、高潮の影響を受けない敷地高さ（T.P. $+3.3 \text{ m}$ ）以上に設置することにより、高潮により影響を受けることがない設計とする。

高潮に対する設計は、同様な潮位の変動事象を考慮する津波に対する設計に包絡される。

3.2 人為事象

外部事象防護対象施設は想定される**人為事象**に対しても、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**5 事象とする。

- ・爆発
- ・近隣工場等の火災
- ・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、近隣工場等の火災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、発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）は、約 8.5×10^{-8} 回/炉・年、また、各原子炉施設から独立して設置されている使用済燃料乾式貯蔵建屋は、約 6.1×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否判断の基準である 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、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において、防護設計の要否判断の基準を超えるような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、防護措置その他適切な措置を講じる必要はない。なお、保安規定に、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することを定め、防護措置の要否を判断する。ただし、重大事故等対処設備に対しては航空機の墜落を考慮する。

3.2.1 人為事象に対する具体的な設計上の配慮

(1) 爆発

発電所敷地外 10 km 以内に石油コンビナート施設は存在しないため、石油コンビナートの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。

また、発電所敷地外 10 km 以内の産業施設、燃料輸送車両及び発電所近くを航行する船舶の爆発については、離隔距離の確保等により、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

発電所敷地内に設置する屋外の危険物タンク、危険物貯蔵所、常時危険物を貯蔵する一般取扱所、危険物を搭載した車両及び危険物を内包する貯蔵設備以外の設備（以下「危険物貯蔵施設等」という。）の爆発については、離隔距離の確保により、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

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必要な機能を損なわないよう、位置的分散を図る。

詳細については、森林火災、近隣工場等の火災及び有毒ガスと合わせて添付書類「V-1-1-2-5 外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

(2) 近隣工場等の火災

a. 石油コンビナート施設等の火災

発電所敷地外 10 km 以内に石油コンビナート施設は存在しないため、火災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。

発電所敷地外 10 km 以内の産業施設、燃料輸送車両及び発電所近くを航行する船舶の火災については、離隔距離の確保等により、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

b. 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災については、発生時の輻射熱による

外部火災の影響を考慮する施設（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）の表面温度等を算出し、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。

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必要な機能を損なわないよう、位置的分散を図る。

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。

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必要な機能を損なわないよう、位置的分散を図る。

d. 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による火災の重畳火災

重畳火災については、敷地内の危険物貯蔵施設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及び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。

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必要な機能を損なわないよう、位置的分散を図る。

e. 二次的影響（ばい煙等）

石油コンビナート施設等の火災、発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災に伴うばい煙等発生時の二次的影響に対して、外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）及び外気を取り込む屋外設置機器は、必要な場合は対策を実施することにより、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

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必要な機能を損なわないよう、位置的分散を図る。

詳細については、森林火災、爆発及び有毒ガスと合わせて添付書類「V-1-1-2-5 外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

(3) 有毒ガス

有毒ガスの漏えいについては固定施設（石油コンビナート施設等）と可動施設（陸上輸送、海上輸送）からの流出が考えられる。発電所周辺には周辺監視区域が設定されているため、発電用原子炉施設と**主要道路、鉄道路線及び定期航路並びに石油コンビナート施設**

等との間に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。

また、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、建屋内の空気を閉回路循環運転させることにより、有毒ガスの侵入を防止する設計とする。なお、外気取入ダンパの閉止、閉回路循環運転又は空調ファンの停止による外気取入れの遮断を保安規定に定めて管理する。

詳細については、森林火災、爆発及び近隣工場等の火災と合わせて添付書類「V-1-1-2-5 外部火災への配慮に関する説明書」に示す。

(4) 船舶の衝突

発電所の周辺海域の船舶の航路としては、発電所北方約 3 km に茨城港日立港区、南方約 6 km に茨城港常陸那珂港区、南方約 18 km に茨城港大洗港区があり、それぞれ日立－釧路間、常陸那珂－苫小牧間、常陸那珂－北九州間、大洗－苫小牧間等の定期航路があるが、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、呑み口が広いこと、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に、カーテンウォールにより、低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、必要に応じて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い、その安全性を損なうことはない。

また、重大事故等対処設備は、設計基準対象施設との位置的分散により取水性を損なうことはない。

(5) 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、計装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。

(6) 航空機の墜落

重大事故等対処設備は、建屋内に設置するか、又は屋外において設計基準対象施設と位置的分散を図る。

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）許可において示すとおり、地震、津波、風（台風）、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る荷重は、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。

これに対して積雪及び風（台風）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。

以下、主荷重同士の組合せ及び主荷重と従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 の震源と基準津波の震源は異なることから、独立事象として扱うことが可能であり、かつ、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。

基準地震動 S_s の震源断層の活動により津波波源の断層が誘発される場合については、津波が敷地に到達する前に本震は敷地に到達していることから、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ないと考えられることから、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地震については①のとおり。

基準津波と組み合わせる地震動に関しては、基準津波の波源を日本海溝におけるプレート間地震に起因する波源としており、その余震の大きさは弾性設計用地震動 S_d を下回るが、安全側に基準津波と弾性設計用地震動 S_d の組合せを考慮する。

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、地震と火山の組合せは考慮しない。(設置変更許可申請書添付資料六「7.5.5 その他の事象」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、火山事象による歴史津波の記録はなく、海底活火山の存在も認められないことから、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資料六「6.2.3.2 火山現象に起因する津波」参照)

(3) 主荷重と従荷重の組合せについて

外部事象防護対象施設の荷重評価において、主荷重と積雪荷重及び風荷重が同時に発生する場合を考慮し、主荷重と組み合わせるべき積雪荷重及び風荷重について検討する。

主荷重と組み合わせるべき積雪荷重及び風荷重については、それぞれの性質を考慮し、建築基準法に定める荷重を設定する。

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、津波及び風（台風）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、主荷重と積雪荷重及び風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積雪荷重及び風荷重の組合せ

火山の影響と積雪及び風（台風）の組合せについては、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、3 つの荷重が同時に発生する場合を考慮し、施設の形状及び配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき荷重について、発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため、本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが、原子力発電施設の重要性を鑑み、積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せと同様に「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量 30 cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。また、風荷重について建築基準法の多雪区域における風荷重と積雪荷重の組合せの基準を適用して、「E の数値を算出する方法並びに V_D 及び風力係数を定める件」(平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号) に定められた東海村の基準風速 30 m/s とする。

c. 地震荷重と積雪荷重及び風荷重の組合せ

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場合を考慮し、施設の形状及び配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき荷重について、発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため、本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが、原子力発電施設の重要性を鑑み、積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適

用して「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量 30 cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

地震と風（台風）については、それぞれの最大荷重の継続時間が短く、同時に発生する確率が低いものの、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については、組合せを考慮する。組み合わせる風速の大きさは、「E の数値を算出する方法並びに V_D 及び風力係数を定める件」（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号）に定められた東海村の基準風速 30 m/s とする。

d. 津波荷重と積雪荷重及び風荷重の組合せ

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、ため組合せを考慮し、施設の形状及び配置により適切に組み合わせる。

組み合わせるべき荷重について、発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため、本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが、原子力発電施設の重要性を鑑み、積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せと同様に「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量 30 cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

津波と風（台風）については、それぞれの最大荷重の継続時間が短く、同時に発生する確率が低いものの、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については、組合せを考慮する。組み合わせる風速の大きさは、「E の数値を算出する方法並びに V_D 及び風力係数を定める件」（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号）に定められた東海村の基準風速 30 m/s とする。

以上の検討内容について整理した結果を、表 4-3 に示す。

(4) 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積雪と風（台風）、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 と積雪の荷重を、施設の形状及び配置により考慮する。

地震、津波と風（台風）の組合せについても、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については組合せを考慮する。

組み合わせる積雪深及び風速の大きさは、それぞれ建築基準法を準用して垂直積雪量 30 cm、基準風速 30 m/s とし、組み合わせる積雪深については、建築基準法に定められた平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

4.2 設計基準事故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、非常用海水ポンプ等があるが、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について表 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、積雪、火山の影響及び高潮である。これらのうち、風（台風）、積雪及び高潮は他の自然現象の評価に包絡されるため、単独での評価を実施しない。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象設備の分散配置及び位置的分散並びに竜巻防護設計によって保管中に機能を損なわない設計とし、使用中に重大事故等対処設備が機能を喪失した場合は、保管中の重大事故等対処設備によるバックアップを行うこと、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	

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	基準地震動	特大	短 (30 秒程度)	5.0×10^{-4}
	基準津波	特大	短 (15 分程度)	2.0×10^{-4}
	火山の影響	大	長 (30 日程度) * ¹	2.2×10^{-5} * ²
従荷重	積雪	小	長 (1 週間程度) * ¹	2.0×10^{-2} * ³
	風 (台風)	小	短 (10 分程度)	2.0×10^{-2} * ³

注記 *1：必要に応じて緩和措置を行う

*2：4 万 5000 年前の赤城山の噴火を考慮

*3：50 年再現期待値

表 4-3 主荷重と従荷重の組合せ

		地震	津波	火山の影響
積 雪	建築基準法	多雪区域のみ組合せを考慮	記載なし	記載なし
	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	○	○	○
風 (台風)	建築基準法	記載なし	記載なし	記載なし
	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	○*	○*	○

注記 *：風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については、組合せを考慮する

第 4-4 表 屋外に設置され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	荷重による 影響の考慮	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評価に包絡される。	×
竜巻	○	重大事故等対象設備の分散配置及び位置的分散並びに竜巻防護設計によって保管中に機能を損なわない設計とし、使用中に重大事故等対処設備が機能を喪失した場合は、保管中の重大事故等対処設備によるバックアップが可能であることから、重大事故等時の荷重を考慮する必要はない。	×
凍結	×	—	×
降水	×	—	×
積雪	○	火山の影響による荷重の評価に包絡される。	×
落雷	×	—	×
火山の影響	○	重大事故等対処設備については必要に応じ降下火砕物の除去を行うことから、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	×	—	×
高潮	○	津波の影響による荷重の評価に包絡される。	×
飛来物 （航空機落下）	×	—	×
爆発	×	—	×
近隣工場等 の火災	×	—	×
有毒ガス	×	—	×
船舶の衝突	×	—	×
電磁的障害	×	—	×
航空機の墜落	×	—	×

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	風（台風）				
V-2 耐震性に関する説明書	◎	—	—	○*2	○*3	○	○	○	○
V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書*4	○*1	◎	—	○*2	○*3	—	—	○	○
V-1-1-2-4 火山への配慮に関する説明書*4	—	—	◎*2	○*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：基準津波と基準津波の波源を震源とする余震の組合せでは，弾性設計用地震動 S_d 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：風荷重の影響が大きいと考えられる構造や形状の施設については，組合せを考慮する。

*4：計算方法，計算結果については，添付書類「V-3 強度に関する説明書」に示す。

V-1-1-2-1-2 防護対象施設の範囲

目 次

1. 概要	1
2. 安全施設の範囲	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. 安全施設の範囲

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 「運転時の異常な過渡変化」において考慮する安全機能

分類	安全機能	構築物，系統及び機器
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	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	再循環流量制御系（再循環ポンプ・トリップ機能） 核計装（制御棒引抜監視装置）

表 2-2 「設計基準事故」において考慮する安全機能

分類	安全機能	構築物，系統及び機器
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	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（原子炉停止時冷却系） 原子炉隔離時冷却系 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	低圧炉心スプレイ系 低圧注水系（残留熱除去系低圧注水系） 高圧炉心スプレイ系 自動減圧系
	放射性物質の閉じ込め機能， 放射線の遮へい及び放出低減機能	格納容器 格納容器隔離弁（主蒸気隔離弁含む） 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系） 原子炉建屋 原子炉建屋ガス処理系 可燃性ガス濃度制御系 排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能）
	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 排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能以外）
MS-3	異常状態の把握機能	放射線監視設備の一部（排気筒モニタ）

V-1-1-2-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、添付書類「V-1-1-2-3-2 竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」及び添付書類「V-1-1-2-4-2 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

添付書類「V-1-1-6 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1に示す。

表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
可搬型代替注水大型ポンプ	可搬
可搬型代替注水中型ポンプ	可搬
可搬型代替注水大型ポンプ（放水用）	可搬
放水砲	可搬
ホイールローダ	可搬
小型船舶	可搬
窒素供給装置	可搬
窒素供給装置用電源車	可搬
汚濁防止膜	可搬
泡混合器	可搬
泡消火薬剤容器（大型ポンプ用）	可搬
タンクローリ	可搬
可搬型代替低圧電源車	可搬
可搬型整流器	可搬
代替淡水貯槽	常設
西側淡水貯水設備	常設
可搬型設備用軽油タンク	常設
S A用海水ピット取水塔	常設
海水引込み管	常設
S A用海水ピット	常設
緊急用海水取水管	常設
緊急用海水ポンプピット	常設
残留熱除去系海水系ポンプ	常設
残留熱除去系海水系ストレーナ	常設

表 1 屋外に設置されている重大事故等対処設備 (2/2)

設備	常設／可搬
2 C 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	常設
2 D 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	常設
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	常設
遠隔人力操作機構 (格納容器圧力逃がし装置第一弁 (D/W側))	常設
原子炉建屋原子炉棟	常設
フィルタ装置出口放射線モニタ (高レンジ)	常設
耐圧強化ベント系放射線モニタ	常設
ブローアウトパネル閉止装置	常設
ブローアウトパネル閉止装置開閉状態装置	常設
緊急時対策所遮蔽	常設
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク	常設
圧力開放板	常設
貯留堰	常設
取水構造物	常設
フィルタ装置遮蔽	常設
配管遮蔽	常設
常設代替高圧電源装置	常設

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資 料 番 号	補足-50-1（改訂 3）
提 出 年 月 日	平成 30 年 10 月 ● 日

工事計画に係る補足説明資料

補足-50-1 【発電用原子炉施設に対する自然現象等の 損傷の防止に関する説明書】

平成 30 年 10 月

日本原子力発電株式会社

1. 添付書類に係る補足説明資料

「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」に係る添付書類の記載内容を補足するための説明資料リストを以下に示す。

工認添付書類	補足説明資料
V-1-1-2-1 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	1. 積雪荷重について
	2. 航空機落下確率評価について
	3. 建築基準法における自然現象の組合せによる荷重の考え方について
	4. 降水について

2. 別紙

(1) 工認添付書類と設置変更許可まとめ資料との関係【自然現象等による損傷の防止】

工認添付書類と設置変更許可まとめ資料との関係【自然現象等による損傷の防止】

工認添付書類		設置変更許可まとめ資料			引用内容
V-1-1-2-1	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	DB	第5条	津波による損傷の防止	資料そのものを概ね引用
		DB	第6条	外部からの衝撃による損傷の防止 (竜巻、火山、外部火災、その他外部 事象)	資料そのものを概ね引用

V-1-1-2-1 に係る補足説明資料

【説明する添付書類】

V-1-1-2-1 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

補足説明資料目次

1. 積雪荷重について
2. 航空機落下確率評価について
3. 建築基準法における自然現象の組合せによる荷重の考え方について
4. 降水について

1. 積雪荷重について

1. 積雪荷重について

1.1 設計に用いる積雪深について

東海第二発電所の設計には，設置（変更）許可申請に記載のとおり，建築基準法に基づき統計的手法により算出された東海村の垂直積雪量 30 cm を用いている。

観測記録（1897 年～2012 年）における積雪の深さの最大値 32 cm は，最寄りの気象官署である水戸地方気象台によるものであるが，積雪の深さは立地地点の地形的要因（標高，海率等）が大きく影響するため，建築基準法では，各地の統計データを元にした地域ごとの 50 年再現期待値（1 年間の発生確率が 2 % となる積雪深）を設計に用いる積雪深（垂直積雪量）としている。

なお，東海村の垂直積雪量 30 cm は，平成 12 年建設省告示第 1455 号に定められた基準により，観測記録や地形的要因等を考慮して茨城県が区域（市町村）ごとにその数値を算出したものであるが，この基準は全国 423 地点の積雪深の統計データを元に地域ごとの垂直積雪量の算出方法を定めており，この統計データには水戸地方気象台の観測記録における積雪の深さの最大値 32 cm も考慮されている。

1.2 積雪荷重に係る記載について

設置（変更）許可，工事計画認可申請における，設計に用いる積雪荷重に係る記載を表 1-1 に示す。

表 1-1 設置 (変更) 許可, 工事計画認可申請における, 設計に用いる積雪荷重に係る記載

	設置 (変更) 許可 本文	設置 (変更) 許可 添付 8	設置 (変更) 許可 審査まとめ資料	工事計画認可申請書 基本設計方針 (第 7 条)	工事計画認可申請書 V-1-1-2-1-1	工事計画認可申請書 強度・耐震計算における荷 重計算
積雪	安全施設は、設計基準積雪深による荷重及び閉塞に対し、安全施設及び安全施設を内包する建屋の構造健全性の確保若しくは積雪による損傷を考慮して、代替設備により安全機能を確保すること、安全上支障のない期間で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で、その安全機能を損なわない設計とする。	建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく次城県建築基準法等施行細則によると、建築物を設計する際に要求される基準積雪量は、東海村においては 30cm である。 安全施設は、建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく次城県建築基準法等施行細則を参照し、設計基準積雪量 (30cm) の積雪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。 その上で、外部事象防護対象施設は、設計基準積雪量 (30cm) の積雪荷重に対し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。また、設計基準積雪量 (30cm) に対し給排水口を閉塞させないことにより安全機能を損なわない設計とする。 また、上記以外の安全施設については、積雪に對して機能を維持すること若しくは積雪による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、安全機能を損なわない設計とする。 なお、水戸地方気象台での観測記録 (1897 年～2012 年) によれば、月最深積雪は 32cm (1945 年 2 月 26 日) である。設計基準を上回るような積雪事象は、気象予報により事前に予測が可能であり、進展も緩やかであるため、建屋屋上等の除雪を行うことで積雪荷重の低減及び給排水口の閉塞防止、構内道路の除雪を行うことで積雪荷重の低減及び給排水口の閉塞防止、構内道路の除雪を行うことで支障をきたさない措置が可能である。	建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく次城県建築基準法等施行細則によると、建築物を設計する際に要求される基準積雪量は、東海村においては 30cm である。 東海村については、気象庁の地域気象観測システム (アメダス) が設置されていないため、気象庁の気象統計情報に観測記録はない。 設計基準積雪深は、建築基準法施行令にて定められた東海村の基準積雪量である 30cm とする。 安全施設は、設計基準積雪量 (30cm) の積雪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。 その上で、外部事象防護対象施設は、設計基準積雪量 (30cm) の積雪荷重に対し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。また、設計基準積雪量 (30cm) に対し給排水口を閉塞させないことにより安全機能を損なわない設計とする。 なお、最寄りの気象官署である水戸地方気象台の観測記録によると、水戸市の積雪の観測記録史上 1 位の月最深積雪は 32cm である。設計基準を上回るような積雪事象は、気象予報により事前に予測が可能であり、進展も緩やかであるため、建屋屋上等の除雪を行うことで積雪荷重の低減及び給排水口の閉塞防止、構内道路の除雪を行うことで支障をきたさない措置が可能である。 また、上記以外の安全施設については、積雪に對して機能を維持すること若しくは積雪による損傷を考慮して、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、安全機能を損なわない設計とする。	外部事象防護対象施設は、積雪荷重を建築基準法に基づき設定し、積雪による荷重及び閉塞に対して外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋の構造健全性を確保することで、外部事象防護対象施設の安全性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。	水戸地方気象台での観測記録 (1897 年～2012 年) によれば、月最深積雪は 32 cm (1945 年 2 月 26 日) であり、この観測記録を考慮して統計的に算出された建築基準法に基づく垂直積雪量を用いて積雪荷重を設定し、外部事象防護対象施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。 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。	(積雪荷重: -) * 火山による荷重の評価に包絡されるため、雪主体での評価は実施していない。
火山+積雪	(記載なし)	自然現象の組合せについては、発電所敷地で想定された自然現象 (地震及び津波を除く。)として抽出された 11 事象をもとに、被害が考えられない洪水及び津波に包含される高潮を除いた 9 事象に地震及び津波を加えた 11 事象を、網羅的に検討する。 ・組み合わせた場合も影響が増長しない (影響が小さくなるものを含む) ・同時に発生する可能性が極めて低い	耐火山設計: 降下火砕物堆積荷重 ^{*1} +風荷重 ^{*2} +積雪荷重 ^{*3} *1: 堆積量 50cm, 降下火砕物密度 1.5g/cm ³ から算出。 *2: 建設省告示第 1454 号に定められた基準風速 30m/s から算出。 *3: 東海村における垂直積雪量 30cm。但し、建築基準法施行令を準拠する場合は、係数 0.35 を考慮することが可能。	地震及び津波を含む自然現象の組合せについて、火山については積雪と風 (台風)、基準地震動 S ₀ については積雪、基準津波については準性設計用地震動 S ₀ と積雪の荷重を、施設の形状、配置に応じて考慮する。	発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため、本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが、原子力発電施設の重要性を鑑み、積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せと同様に「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量 30 cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。	積雪荷重: 30 cm, 係数: 0.35

	設置（変更）許可 本文	設置（変更）許可 添付八	設置（変更）許可 審査まとめ資料	工事計画認可申請書 基本設計方針（第7条）	工事計画認可申請書 V-1-1-2-1-1	工事計画認可申請書 強度・耐震計算における荷 重計算
地震（ S_d ）＋ 積雪		<ul style="list-style-type: none"> 増長する影響について、個々の事象の検討で包絡されている又は個々の事象の設計余裕に包絡されている 上記以外で影響が増長する以上の観点より、事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その中から荷重の大きさ等の観点で代表性のある、地震、津波、火山の影響、風（台風）及び積雪の組合せの影響に對し、安全施設は安全機能を損なわない設計とする。組み合わせる事象の規模については、設計基準規模事象同士の組合せを想定する。 	<p>耐震設計：</p> <p>基準地震動（S_d）による地震力＋風荷重^{*1}</p> <p>基準地震動（S_d）による地震力＋積雪荷重^{*2}</p> <p>*1：建設省告示第1454号に定められた基準風速30m/sから算出。</p> <p>*2：東海村における垂直積雪量30cm。但し、建築基準法施行令を準拠する場合は、係数0.35を考慮することが可能。</p>	地震、津波と風（台風）の組合せについても、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については、組合せを組み合わせる積雪深、風速の大きさはそれぞれ建築基準法を準用して垂直積雪量30cm、基準風速30m/sとし、組み合わせる積雪深については、建築基準法に定められた平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮する。	発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため、本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが、原子力発電施設の重要性を鑑み、積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適用して「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量30cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮する。	(建屋) 積雪荷重:30 cm, 係数:0.35 (屋外タンク) 積雪荷重:30 cm, 係数:0.35 (津波監視カメラ、潮位計) 積雪荷重:30 cm, 係数:0.35
基準津波＋ 地震（ S_d ）＋ 積雪	(記載なし)		<p>耐津波設計：</p> <p>基準津波の波力＋基準津波の波源を震源とする余震による地震力（S_d）＋風荷重^{*1}</p> <p>基準津波の波力＋基準津波の波源を震源とする余震による地震力（S_d）＋積雪荷重^{*2}</p> <p>*1：建設省告示第1454号に定められた基準風速30m/sから算出。</p> <p>*2：東海村における垂直積雪量30cm。但し、建築基準法施行令を準拠する場合は、係数0.35を考慮することが可能。</p>	津波深については、建築基準法に定められた平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮する。	発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため、本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが、原子力発電施設の重要性を鑑み、積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せと同様に「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量30cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮する。	(津波監視カメラ、潮位計) 積雪荷重:30 cm, 係数:0.35

2. 航空機落下確率評価について

2. 航空機落下確率評価について

2.1 工事計画認可申請時の航空路の確認について

東海第二発電所の航空機落下確率評価において考慮すべき航空路については、工事計画認可申請時に、設置変更許可申請書添付書類六に掲載している航空路（添付資料 1）から防護設計の要否を判断する基準を超えるような変更がないことを航空路誌（平成 26 年 3 月 6 日改訂版）（添付資料 2）にて確認している。

2.2 工事計画認可申請時のその他のデータの確認について

東海第二発電所の航空機落下確率評価で使用される、最近の 20 年間（平成 5 年～平成 24 年）の航空機落下事故評価に用いる最新データ*1、*2において、有意な変更がないことを確認している。

以上より、航空機落下確率評価において使用するその他データにおいて、防護設計の要否を判断する基準を超えるような変更がないことを確認している。

*1：航空機落下事故に関するデータ（平成 28 年 6 月 原子力規制委員会）

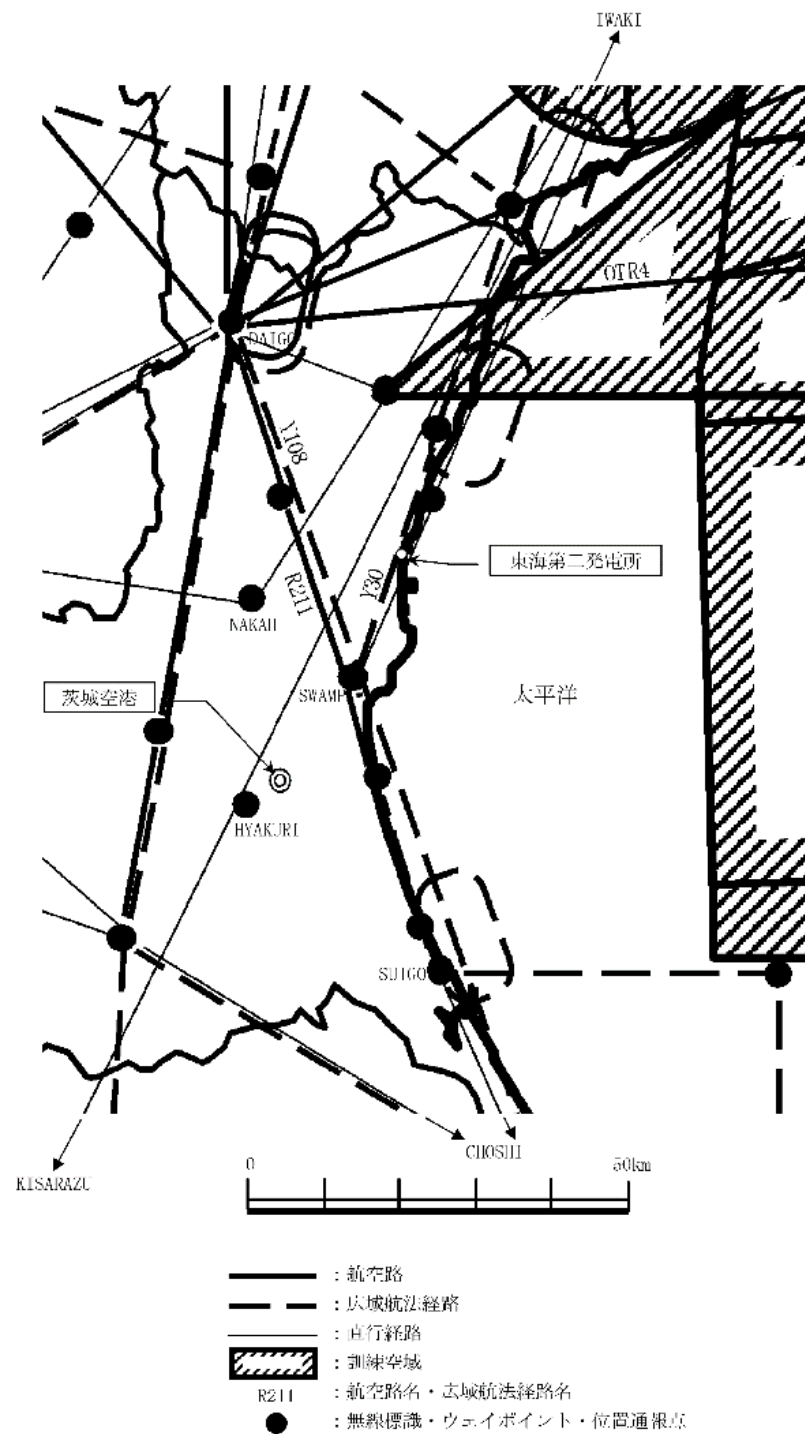
*2：航空輸送統計年報，第 1 表総括表 輸送実績

2.3 今後の確認について

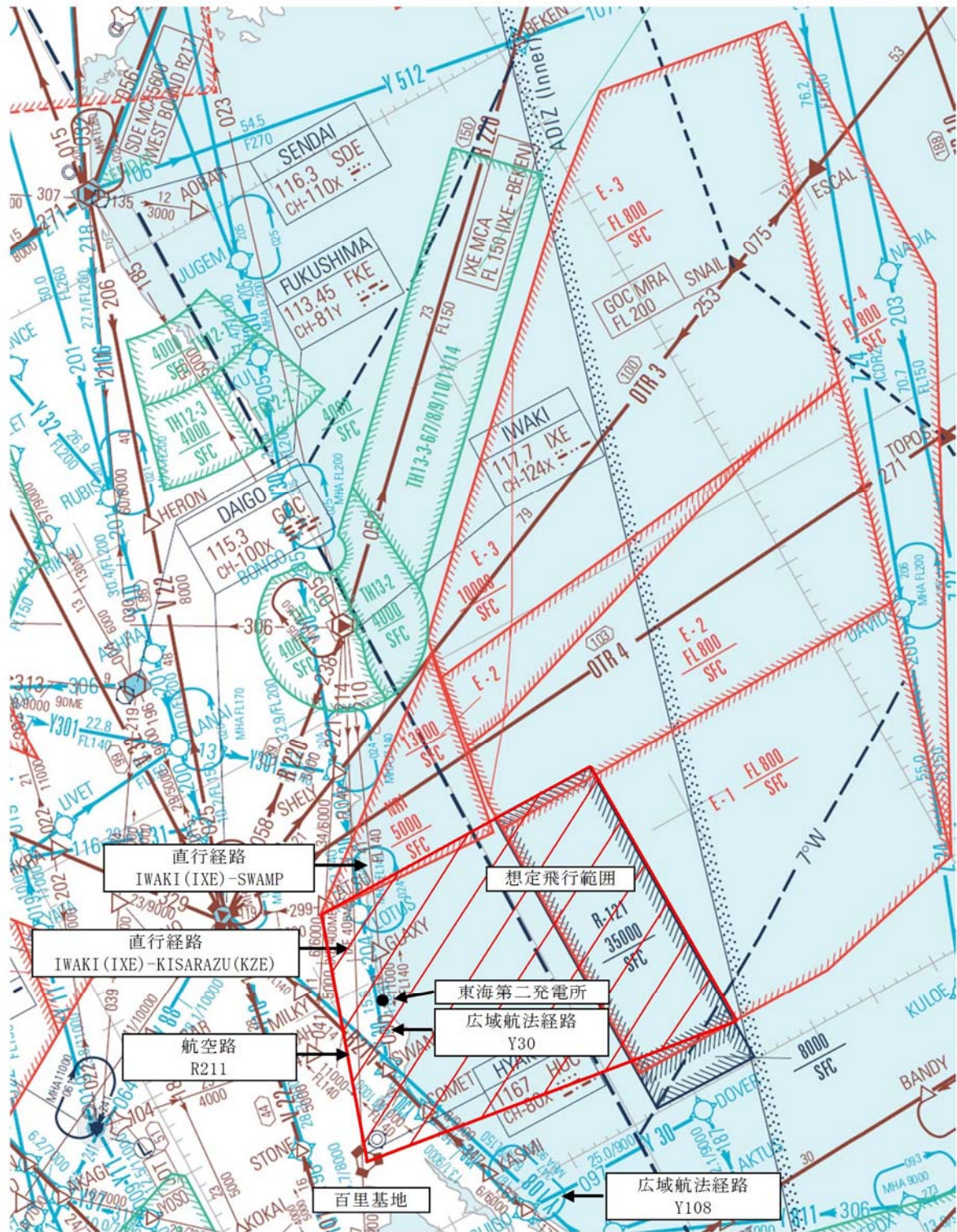
今後は外部火災評価のうち、航空機墜落による火災影響を定期的に評価する際に、航空路を含めた航空機落下確率評価に用いる最新データの変更状況を確認し、防護設計の要否を判断する基準を超える変更がないことを確認する。

以上

設置変更許可申請時の航空路（設置変更許可申請書 添付資料六より引用）



工事計画認可申請時の航空路



*赤実線：東海第二発電所の航空機落下確率を算出する上で考慮している航空路
(「航空路誌 (平成 26 年 3 月 6 日改訂版)」より抜粋)

【設置変更許可申請まとめ資料「6条（外部からの衝撃による損傷の防止）」より概ね抜粋】

「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」に基づく評価結果について

東海第二発電所の発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）への航空機落下確率は、以下に示すとおり 10^{-7} （回/炉・年）を超えていないため、「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」に定められた判断基準を満足する。

発電所名称	落下確率（回/炉・年）
東海第二発電所	約 8.5×10^{-8}

以上

評価対象事故及び評価に用いた数値について

1. 評価対象事故

発電所 名称	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	
	① 飛行場での離着陸時における落下事故	② 航空路を巡航中の落下事故		① 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	② 基地－訓練空域間往復時の落下事故
東海第二発電所	○*1	○*2	○	○*3 〔訓練空域外を飛行中の落下事故〕	○*3

○：対象 ×：対象外

*1：茨城空港の最大離着陸地点までの直線距離（以下「最大離着陸距離」という。）を半径とし、滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域内に発電所が存在するため、評価対象とした。(添付資料1)

*2：発電所周辺に存在する航空路と発電所との距離が、それぞれの航空路の幅より短い場合は、当該航空路を評価対象とした。(添付資料2)

*3：発電所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した。
また、東海第二発電所周辺の太平洋沖上空に自衛隊機の訓練空域があり、発電所は自衛隊の百里基地と訓練空域間の想定飛行範囲内に位置することから、自衛隊機の基地－訓練空域間を往復時の落下事故を評価対象とした。

(添付資料2)

2. 評価に用いた数値

(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故（飛行場での離着陸時における落下事故）

$$Pd,a = fd,a \cdot Nd,a \cdot A \cdot \Phi_{d,a}(r, \theta)$$

Pd,a : 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)

$fd,a = Dd,a / Ed,a$: 対象航空機の国内での離着陸時事故率 (回/離着陸回)

Dd,a : 国内での離着陸時事故件数 (回)

Ed,a : 国内での離着陸回数 (離着陸回)

Nd,a : 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)

A : 対象施設の標的面積 (km^2)

$\Phi_{d,a}(r, \theta)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 ($1/\text{km}^2$)

パラメータ	発電所名称	東海第二発電所
飛行場		茨城空港
fd,a^{*1}		約 1.43×10^{-7} (=4/27,887,158)
Nd,a^{*2}		4,210
A^{*3}		約0.0221
$\Phi_{d,a}(r, \theta)^{*4}$		約 2.98×10^{-4}
発電所からの距離		約36km
滑走路方向に対する角度 *5		約 9.60°
最大離着陸距離 *6		約56km (30nm)
Pd,a		約 3.98×10^{-9}

*1 : 離着陸時の事故件数は、「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)より、平成5年～平成24年において離着陸時に1件、着陸時に3件。(添付資料3)

離着陸回数は、平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報 第1表 総括表 1.輸送実績」における運航回数の国内の値及び国際の値の合計値。(添付資料4)

*2 : 「数字でみる航空2014」にある平成24年飛行場別着陸回数と同数を離着陸回数とし、その和を飛行場別離着陸回数とした。

*3 : 別紙のとおり。(添付資料5)

*4 : 別紙のとおり。(添付資料6)

*5 : 別紙のとおり。(添付資料1)

*6 : AIPを参照した。(添付資料7)

(2) 計器飛行方式民間航空機の落下事故（航空路を巡航中の落下事故）

$$P_c = f_c \cdot N_c \cdot A / W$$

P_c ：対象施設への巡航中の航空機落下確率（回/年）

$f_c = G_c / H_c$ ：単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率（回/（飛行回・km））

G_c ：巡航中事故件数（回）

H_c ：延べ飛行距離（飛行回・km）

N_c ：評価対象とする航空路等の年間飛行回数（飛行回/年）

A ：対象施設の標的面積（km²）

W ：航空路幅（km）

発電所名称 パラメータ	東海第二発電所	
対象航空路* ¹	直行経路： IWAKI (IXE)－SWAMP IWAKI (IXE)－KISARAZU (KZE)	広域航法経路： Y30 (LOTUS－SWAMP)
f_c * ²	約 5.13×10^{-11} （＝0.5/9,740,013,768）	
N_c * ³	365 (H24年データ)	1095 (H24年データ)
A * ⁴	約0.0138	
W * ⁵	14.816	18.52
P_c	約 5.93×10^{-11}	

*1：別紙のとおり。 (添付資料2)

*2：延べ飛行距離は、平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報 第1表 総括表 1. 輸送実績」における運航キロメートルの国内の合計値。 (添付資料4)

巡航中の事故件数は、「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）より、平成5年～平成24年において0件であるため、0.5件発生したものとして評価した。 (添付資料3)

*3：国土交通省航空局への問い合わせ結果（ピークデイの値）を365倍した値。 (添付資料8)

*4：別紙のとおり。 (添付資料5)

*5：直行経路については「航空路等設定基準」を参照した。広域航法経路については、航法精度を航空路の幅とみなして用いた。（1nm＝1.852kmとして換算した。）

(3) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = (f_v/S_v) \cdot A \cdot \alpha$$

P_v : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_v : 全国土面積 (km^2)

A : 対象施設の標的面積 (km^2)

α : 対象航空機の種類による係数

発電所名称 パラメータ	東海第二発電所
f_v^{*1}	大型固定翼機 0.025 (=0.5/20)
	大型回転翼機 0.05 (=1/20)
	小型固定翼機 1.75 (=35/20)
	小型回転翼機 1.20 (=24/20)
S_v^{*2}	37.2万
A^{*3}	約0.0138
α^{*4}	1 (大型機), 0.1 (小型機)
P_v	約 1.37×10^{-8}

* 1 : 「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)による。なお、大型固定翼機の事故件数は平成5年～平成24年において0件であるため、0.5件発生したものとして評価した。(添付資料9)

* 2 : 「航空機落下事故に関するデータ」(平成28年6月 原子力規制委員会)による。

* 3 : 別紙のとおり。(添付資料5)

* 4 : 「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)」による。

(4) 自衛隊機又は米軍機の落下事故（訓練空域外を飛行中の落下事故）

$$P_{so} = f_{so} \cdot A / S_o$$

P_{so} ：訓練空域外での対象施設への航空機落下確率（回/年）

f_{so} ：単位年当たりの訓練空域外落下事故率（回/年）

A ：対象施設の標的面積（ km^2 ）

S_o ：全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積（ km^2 ）

パラメータ \ 発電所名称	東海第二発電所
f_{so}^{*1}	自衛隊機 0.35 (=7/20) 米軍機 0.25 (=5/20)
S_o^{*1}	自衛隊機 29.5万 (=約37.2万－約7.72万) 米軍機 37.2万 (=約37.2万－約0.05万)
A^{*2}	約0.0138
P_{so}	約 2.56×10^{-8}

* 1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月 原子力規制委員会）による。（添付資料10）

* 2：別紙のとおり。（添付資料5）

(5) 自衛隊機又は米軍機の落下事故（基地－訓練空域間往復時の落下事故）

$$P_{se} = f_{se} \cdot A / S_{se}$$

P_{se} ：対象施設への航空機落下確率（回/年）

f_{se} ：基地と訓練空域間を往復中の落下事故率（回/年）

A ：**対象**施設の標的面積（ km^2 ）

S_{se} ：想定飛行範囲の面積（ km^2 ）

パラメータ \ 発電所名称	東海第二発電所 (自衛隊機の評価)
f_{se}^{*1}	0.25 (=5/20)
S_{se}^{*2}	175,720
f_{se}/S_{se}^{*3}	3.00×10^{-6}
A^{*4}	約0.0138
P_{se}	約 4.14×10^{-8}

* 1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月原子力規制委員会）により，百里基地－訓練空域間の想定飛行範囲内における自衛隊機の移動時の事故件数は平成5年～平成24年において0件であり，全国の基地－訓練空域間往復時の事故件数（5件）を用いた。（添付資料10，11）

* 2：全国の基地－訓練空域間往復時の想定飛行範囲の面積。（添付資料11）

* 3： f_{se} ， S_{se} から算出された約 1.42×10^{-6} 回/（年・ km^2 ）を保守的に2倍にして丸めた値。

* 4：別紙のとおり。（添付資料5）

3. 落下確率値の合計値

単位：回/炉・年

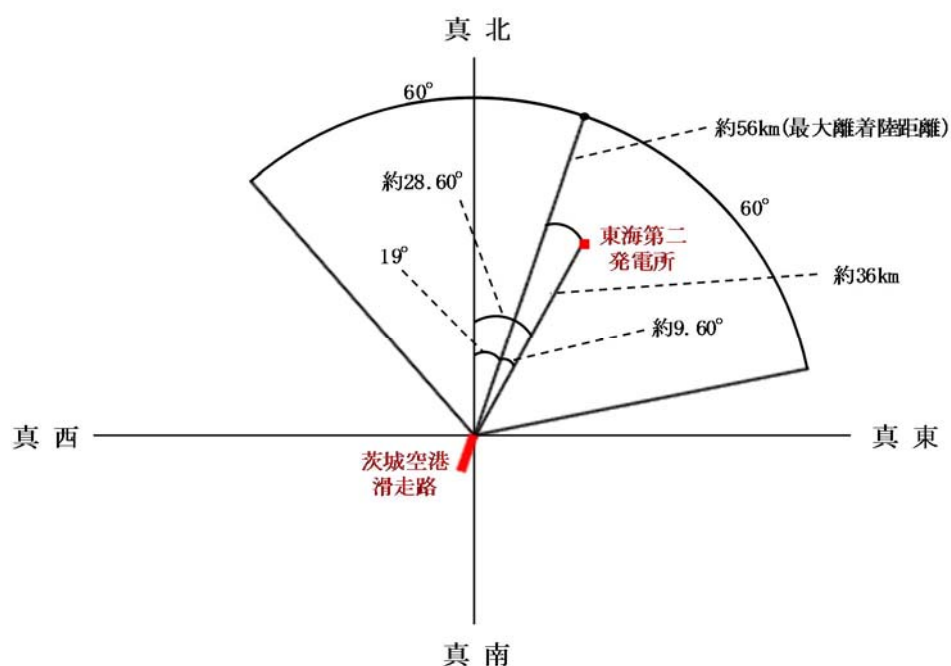
発電所名称	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故		合計
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地－訓練空域間往復時の落下事故	
東海第二発電所	約 3.98×10^{-9}	約 5.93×10^{-11}	約 1.37×10^{-8}	約 2.56×10^{-8}	約 4.14×10^{-8}	約 8.5×10^{-8}

茨城空港の滑走路方向に対する茨城空港－東海第二発電所の
角度について

茨城空港の滑走路の方位は、 19° （真方位）（A I P 記載のデータ）である。

また、茨城空港－東海第二発電所の方位は、約 28.60° （真方位）（茨城空港と東海第二発電所の緯度、経度より計測した。）である。

したがって、茨城空港の滑走路方向に対する茨城空港－東海第二発電所の角度は、約 9.60° となる。



各施設周辺における航空路と各航空路の幅について

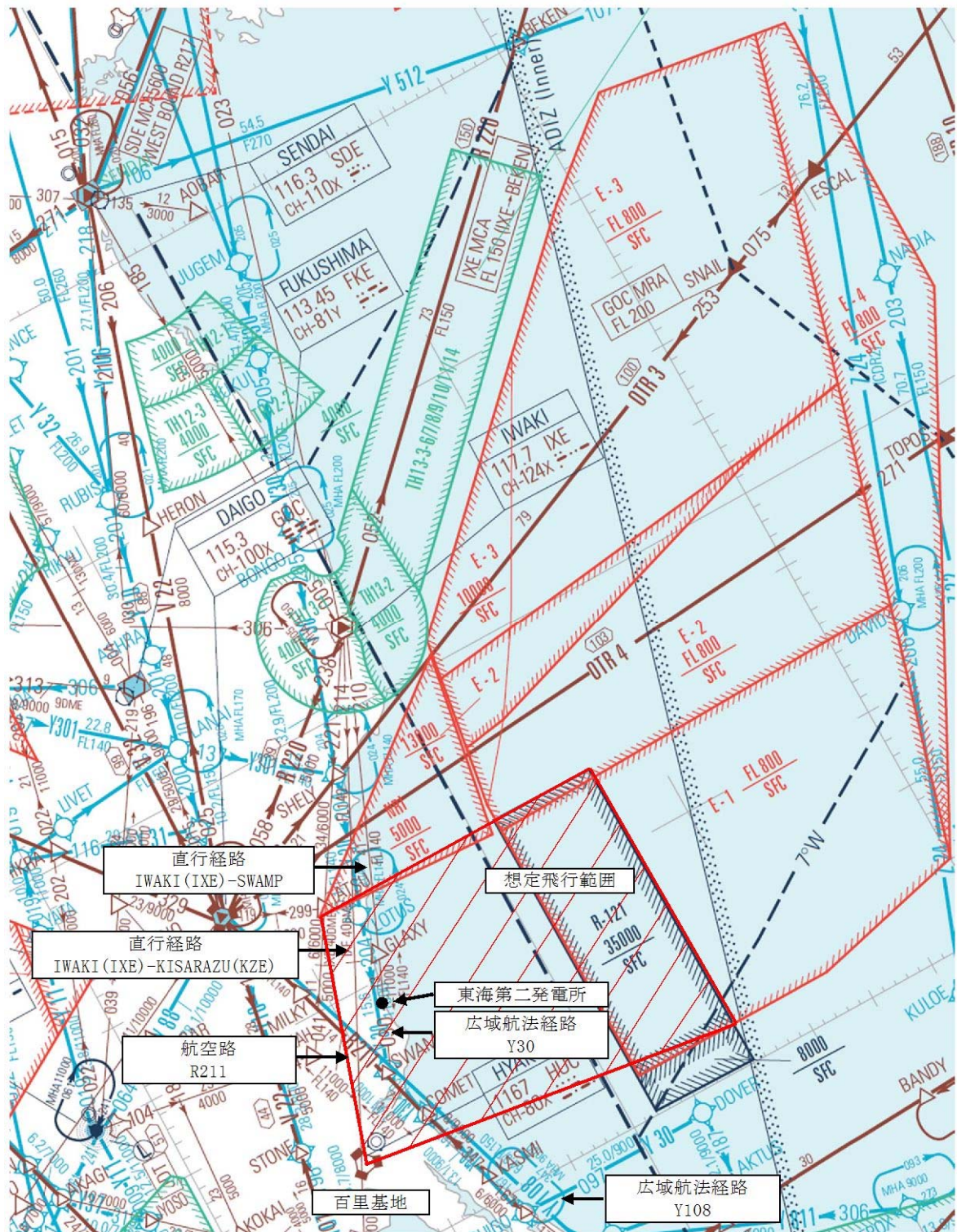
周辺の航空路の名称	航空路の中心線と 発電所間の 最小距離* ¹	片側の 航空路幅* ²	判定
航空路 R211 (DAIGO (GOC)－SWAMP)	約 11.36km	7km	×
直行経路 (IWAKI (IXE)－SWAMP)	約 0.68km	7.41km (4nm)	○
直行経路 (IWAKI (IXE)－KISARAZU (KZE))	約 4.13km	7.41km (4nm)	○
広域航法経路 Y30 (LOTUS－SWAMP)	約 1.18km	9.26km (5nm)	○
広域航法経路 Y108 (DAIGO (GOC)－CHOSHI (CVC))	約 11.44km	9.26km (5nm)	×

○：評価対象 ×：評価対象外

* 1：施設と航空路の緯度及び経度より計測した。

* 2：航空路 R211 については、「航空路の指定に関する告示」に記載の値とした。直行経路については、「航空路等設定基準」を参照した。RNAV 経路については、航法精度を航空路幅とみなして用いた。(1nm=1.852km として換算した。)

エンルートチャート（東海第二発電所付近）



出典：ENROUTE CHART（2014年3月6日改定）

計器飛行方式民間航空機 大破事故概要
(平成 5 年～平成 24 年)

離着陸時の大破事故

(離陸時)

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
平成 8 年 6 月 13 日	福岡空港	ダグラス DC-10-30 型	大破	離陸

(着陸時)

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
平成 5 年 4 月 18 日	花巻空港	ダグラス DC-9-41 型	大破	着陸
平成 6 年 4 月 26 日	名古屋空港	エアバス・インダ ストリー A300B4-622R 型	大破	着陸
平成 21 年 3 月 23 日	成田国際空港滑走 路上	ダグラス MD-11F 型	大破	着陸

巡航中の大破事故

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
該当なし	—	—	—	—

日本国機の運航回数及び運航距離

- ・計算に用いる数値は、「航空輸送統計年報 第1表 総括表」の次の値とする。
 - ①日本国機の運航回数は、国内便、国際便ともに定期便＋不定期便の値。
 - ②日本国機の運航距離は、国内便のみの定期便＋不定期便の値。
- ・日本国機の国際便は、日本から海外までの距離が記載されているが、日本国内での運航距離ではないため、保守的に考慮しない。
- ・日本に乗り入れている外国機は、運航距離について実績の公開記録がないため、保守的に考慮しない。
- ・ただし、日本国機の国際便及び外国機の落下事故が、日本国内で落下した場合は評価対象とする。

	日本国機の運航回数 (運航回)			日本国機の運航距離 (飛行回・km)
	国内便	国際便	計	国内便
平成5年	466,787	57,451	524,238	326,899,203
平成6年	484,426	60,038	544,464	343,785,576
平成7年	531,508	67,908	599,416	380,948,123
平成8年	543,238	72,425	615,663	397,146,610
平成9年	562,574	77,134	639,708	420,920,228
平成10年	587,308	83,070	670,378	449,784,623
平成11年	594,957	85,804	680,761	459,973,069
平成12年	660,979	87,977	748,956	480,718,878
平成13年	671,618	86,824	758,442	489,803,107
平成14年	683,929	93,062	776,991	498,685,881
平成15年	700,184	92,381	792,565	519,701,117
平成16年	698,960	101,659	800,619	517,485,172
平成17年	709,377	106,078	815,455	527,370,038
平成18年	740,741	104,798	845,539	555,543,154
平成19年	741,949	112,605	854,554	559,797,874
平成20年	733,979	118,503	852,482	554,681,669
平成21年	716,640	110,234	826,874	544,824,157
平成22年	716,538	101,721	818,259	548,585,258
平成23年	717,100	96,292	813,392	555,144,327
平成24年	770,262	105,086	875,348	608,215,704
合計	13,033,054	1,821,050	14,854,104	9,740,013,768

*：離着陸回数は、国内便の場合は離陸回数＝着陸回数＝運航回数とし、国際便の場合は、離陸回数＝着陸回数＝1/2 運航回数とする。

(離着陸回数＝離陸回数＋着陸回数＝国内便運航回数×2＋国際便運航回数＝13,033,054×2＋1,821,050＝27,887,158)

航空機落下確率評価における標的面積の考え方について

1. 基準の要求事項

航空機落下評価に用いる基準及び航空機墜落による火災影響評価に用いる基準の要求事項は、それぞれ以下のとおり。

(1) 航空機落下確率評価

○実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について（平成 21 年 6 月 30 日原子力安全・保安院制定）

解説 4－3 離着陸時及び巡航中の計器飛行方式民間航空機の原子炉施設への落下確率評価における入力パラメータ等に関する考え方（第 4 章）

(4) 原子炉施設への標的面積 (A)

原子炉施設への航空機落下に対する影響評価を行う場合において、航空機落下事故時の安全性を確保する観点から重要なのは、大量の放射性物質を蓄えている炉心や使用済燃料プールを保護すること、並びに、原子炉の安全停止（炉心冷却も含む。）を確保することである。したがって、原子炉施設への航空機落下確率評価では、これらを踏まえ、安全上重要な構築物、系統及び機器の設置状況、航空機の大きさ、突入する角度、滑り込み等を勘案して標的面積を決める必要がある。（以下略）

(2) 外部火災影響評価

○原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定）

附属書 C 原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災の影響評価について

1. 総則

（中略）

本評価ガイドは、発電所敷地への航空機の墜落で発生する火災に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災が発電所の敷地内で起こったとしても原子炉施設（本評価ガイドにおける「原子炉施設」は、安全機能を有する構築物、系統及び機器を内包するものに限る。）に影響を及ぼさないことを評価するものである。

2. 航空機落下確率評価における標的面積

1. (2) の基準を踏まえ、航空機墜落による火災影響評価においては、以下の屋外の外部事象防護対象施設を標的対象として選定する。

- ・ 原子炉建屋
- ・ 使用済燃料乾式貯蔵建屋
- ・ 海水ポンプ室

また、外部事象防護対象施設には該当しないが、以下の対象については、クラス 1, 2 施設若しくはそれらを内包する施設であることに鑑み、標的対象に加えて航空機墜落火災に対する健全性を評価する。なお、評価の結果、タービン建屋又は排気筒の健全性が確

保できない場合は、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能か確認する。

- ・タービン建屋（第 1 図，第 2 図参照）
- ・排気筒

評価対象施設のうち放水路ゲートについては、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。航空機落下を起因として津波が発生することはないこと及び放水路ゲートは、大量の放射性物質を蓄えておらず、原子炉の安全停止（炉心冷却を含む。）機能を有していないため、航空機落下確率を算出する標的面積として抽出しない。

なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋の安全機能については、以下のとおり使用済燃料乾式貯蔵建屋以外の原子炉施設と独立していることから、航空機落下確率評価においては使用済燃料乾式貯蔵建屋単独で評価を実施することとした。

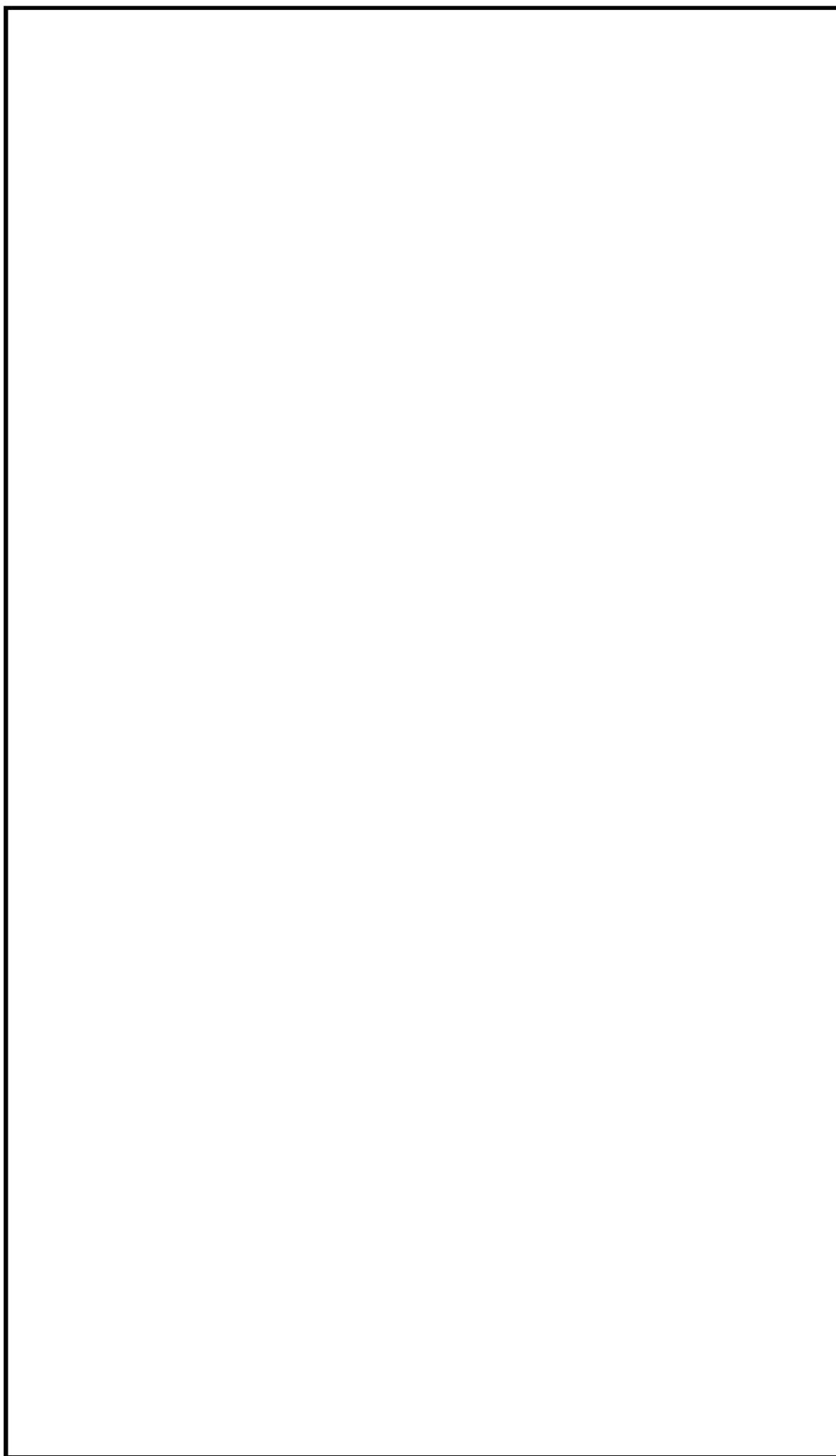
- ① 使用済燃料乾式貯蔵建屋は、使用済燃料乾式貯蔵建屋以外の原子炉施設の安全機能に直接的に影響を及ぼすものではなく、また、乾式貯蔵容器本体で安全機能（臨界防止機能，密封機能，遮蔽機能，除熱機能）を確保する設計である。
- ② 使用済燃料乾式貯蔵建屋の監視設備（乾式貯蔵容器の一・二次蓋間圧力，乾式貯蔵容器の表面温度等）及び火災防護設備（火災報知器）への電源供給については、全交流動力電源喪失時においては、事象発生後 30 分は専用の蓄電池から供給可能だが、その後は非常用ディーゼル発電機から給電する設計である。ただし、監視設備及び火災防護設備（火災報知器）は状態監視用であり、その機能喪失は乾式貯蔵容器の安全機能に影響を及ぼすものではない。

一方、従来の航空機落下確率評価においては、1. (1) の基準を踏まえ、以下の S S C を評価対象としていた。

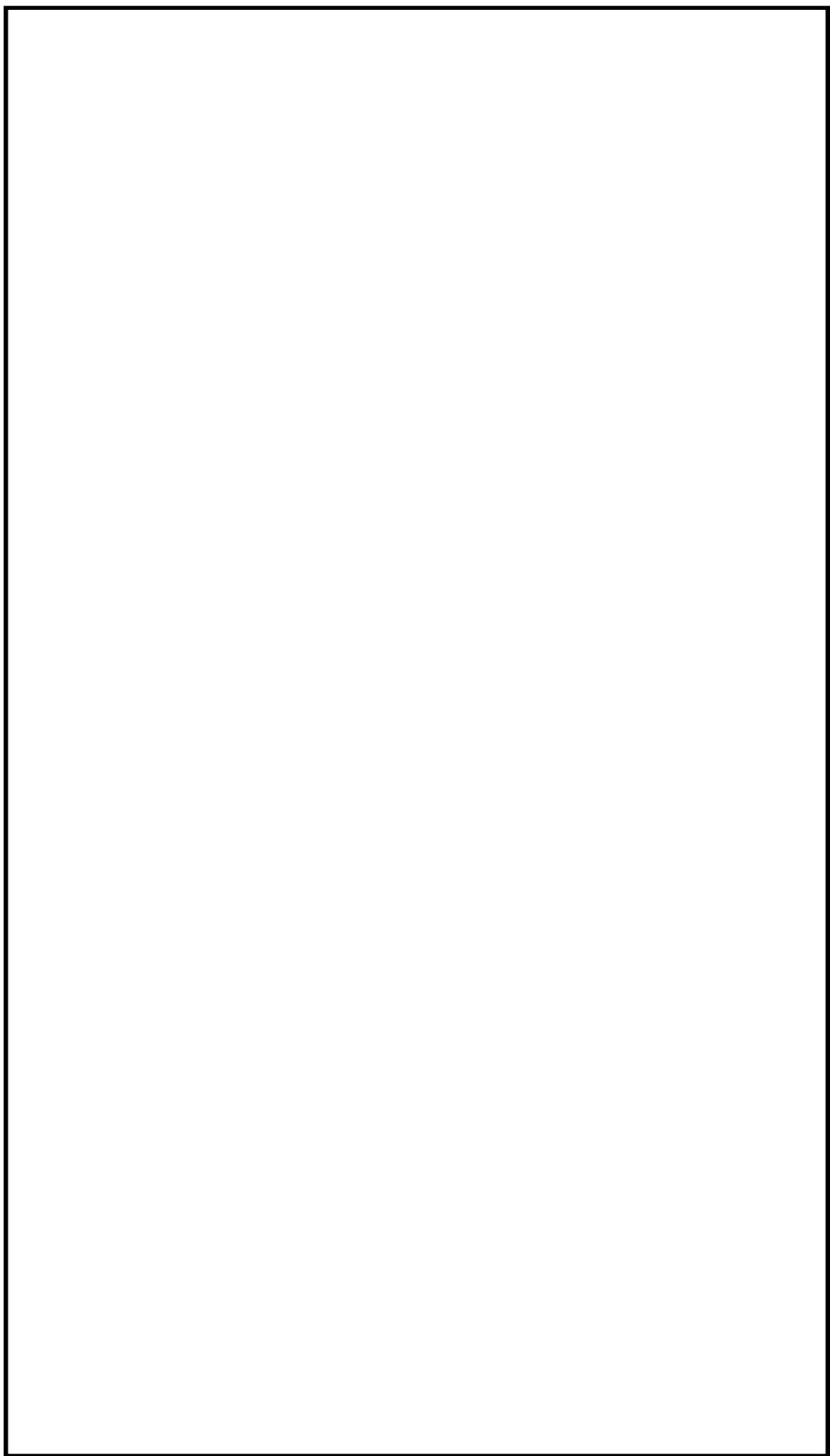
- ・原子炉建屋
- ・タービン建屋（第 3 図参照*¹）
- ・海水ポンプ室
- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋*²

* 1：原子炉補機冷却系ポンプ及び熱交換器を含む区画

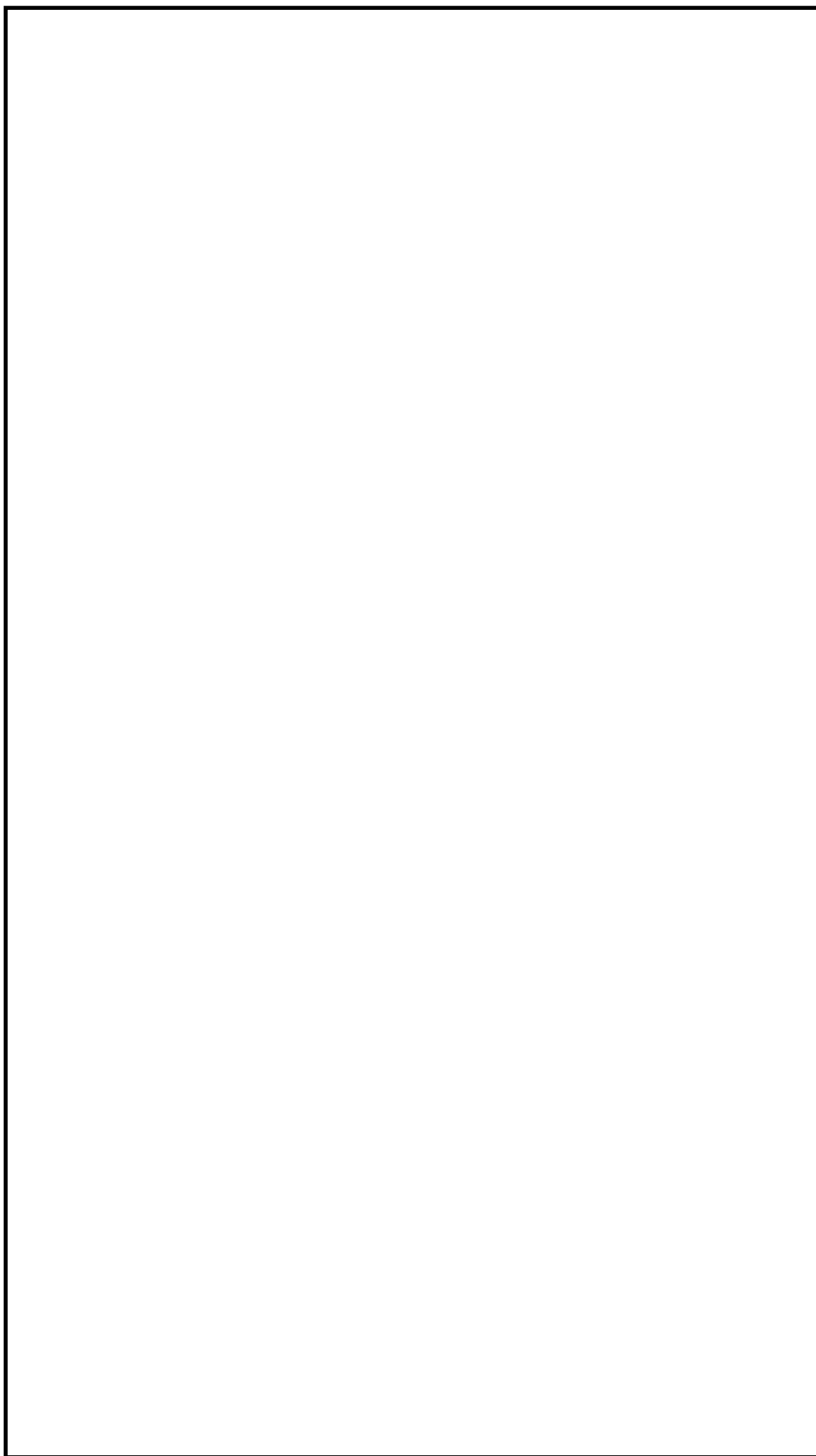
* 2：使用済燃料乾式貯蔵建屋が各原子炉施設から独立して設置されているため、平成 21 年の実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の再評価の際は個別に航空機落下確率を評価した。



第1図 タービン建屋内の安全上重要な系統及び機器の配置（地上1階）



第2図 タービン建屋内の安全上重要な系統及び機器の配置（地上2階）



第3図 タービン建屋内の原子炉補機冷却ポンプ及び熱交換器の配置

計器飛行方式民間航空機の飛行場を離着陸時における落下事故の
確率分布関数について

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について（内規）」に基づき、計器飛行方式民間航空機の「①飛行場（茨城空港）での離着陸時」における落下事故の確率分布関数には、滑走路端から最大離着陸地点までの直線距離（ r_0 ）内の内円で滑走路方向両側に対し $\pm 60^\circ$ 以内の扇型に一樣な分布又は周方向で正規分布を仮定し、評価結果が厳しい方を用いる。下式にて評価した結果、今回の評価では、下表に示すとおり厳しい方である正規分布を仮定した方法を用いることとする。

（一樣分布）

$$\Phi(r_0, \theta) = \frac{1}{A_{d,a}} \quad (/km^2)$$

$$A_{d,a} = \frac{2}{3} \pi r_0^2 \quad (km^2)$$

（正規分布）

$$\Phi(r_0, \theta) = \frac{1}{A_{d,a}} f(x) \quad (/km^2)$$

$$A_{d,a} = \frac{2}{3} \pi r_0^2 \quad (km^2)$$

$$f(x) = \frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \cong 2.1 \times \exp\left(\frac{-30.42x^2}{\pi^2 r_p^2}\right)$$

$$A = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = \int_{-\pi r/3}^{\pi r/3} P dx = \frac{2}{3} \pi r_p$$

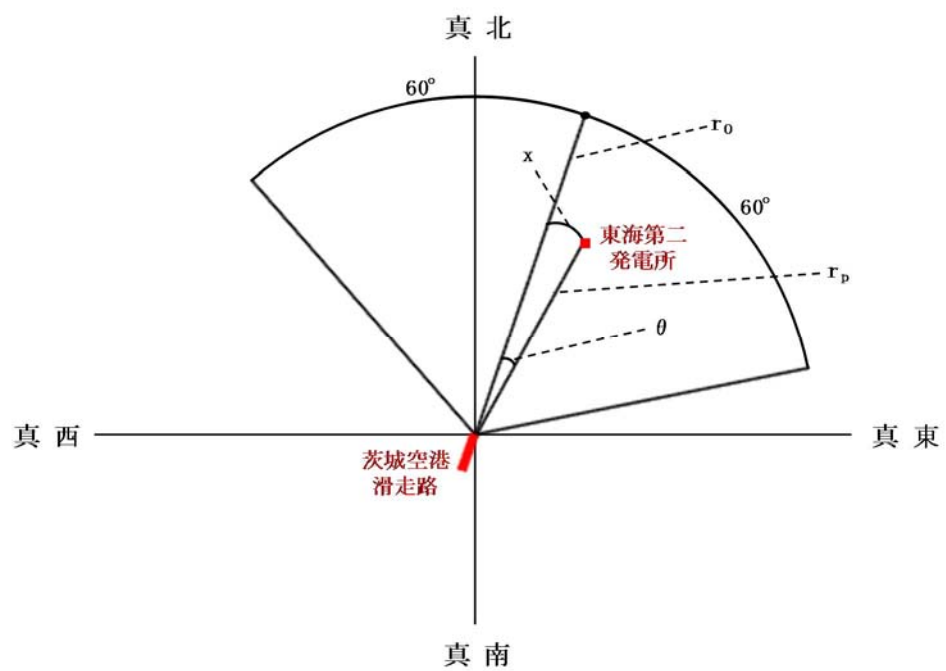
$$\sigma = \frac{\pi r}{3 \times 2.6}$$

r_p : 滑走路端から原子炉施設までの距離（径方向）（km）

x : 滑走路軸上から原子炉施設までの距離（周方向）（km）

$$x = r_p \times \theta$$

θ : 滑走路方向に対する空港－原子炉施設の角度（rad）



項 目	確率密度 (/km ²)
一樣分布	約 1.55×10^{-4}
正規分布	約 2.98×10^{-4}

各施設付近の空港と施設との距離について

発電所 名称	空港名	施設と空港 の距離* ¹	最大離着陸 距離* ²	判 定
東海第二 発電所	成田空港	約 80km	約 39km (21. 2nm)	×
	茨城空港	約 36km	約 56km (30nm)	○

○：評価対象 ×：評価対象外

* 1：施設と空港の緯度、経度より計測した。

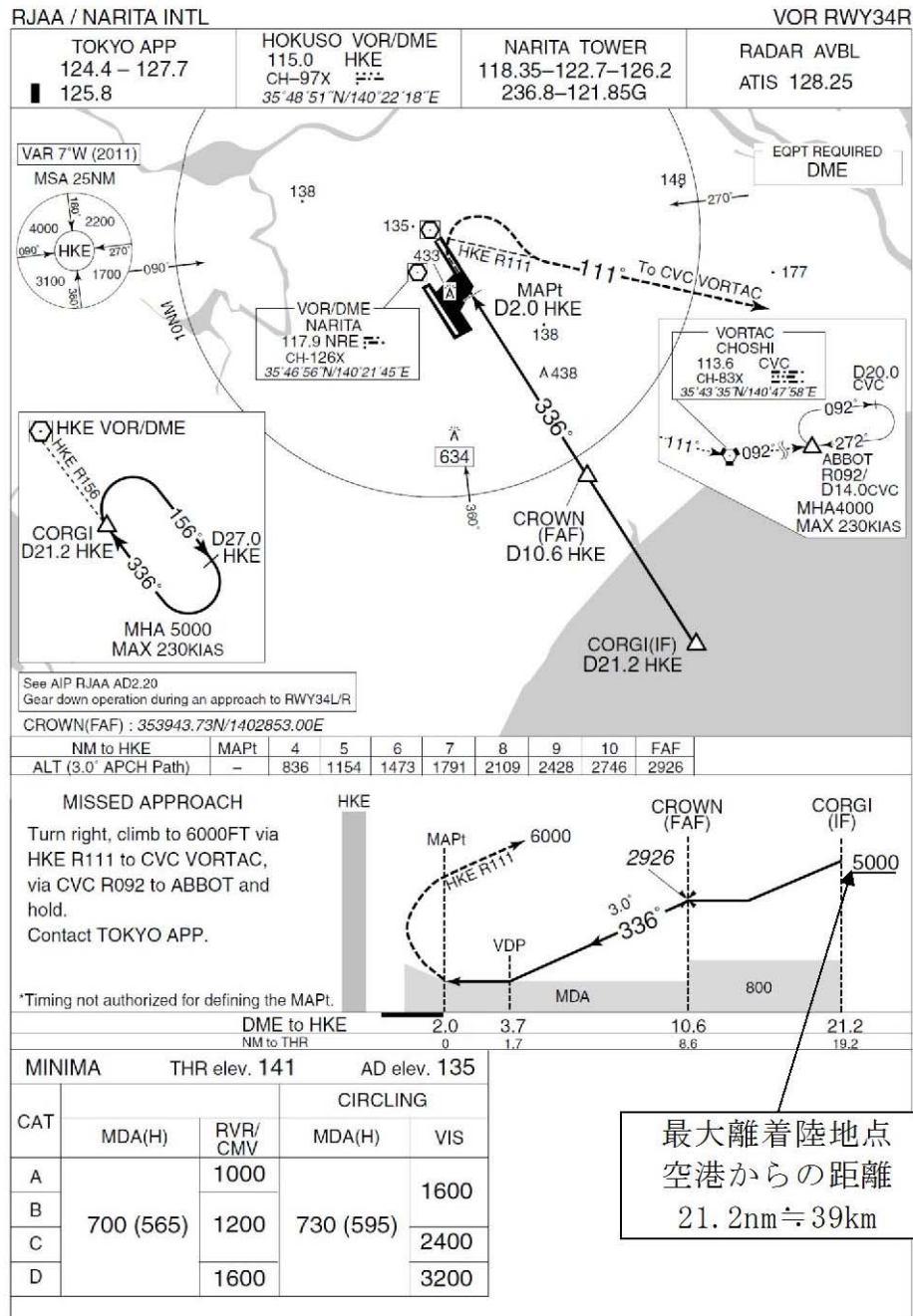
* 2：A I Pを参照した。

成田空港の最大離着陸地点までの距離
(成田空港～東海第二発電所の距離：約 80km)

RJAA-AD2-24.31

AIP Japan
NARITA INTL

INSTRUMENT APPROACH CHART



Civil Aviation Bureau, Japan (EFF: 17 OCT 2013)

19/9/13

出典：A I P

茨城空港の最大離着陸地点までの距離
(茨城空港～東海第二発電所の距離：約 36km)

RJAH-AD2-24.15

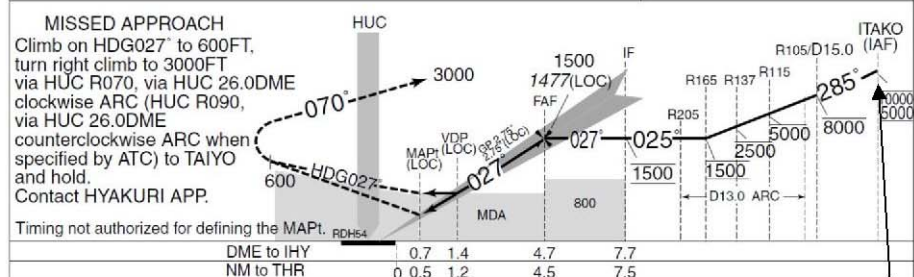
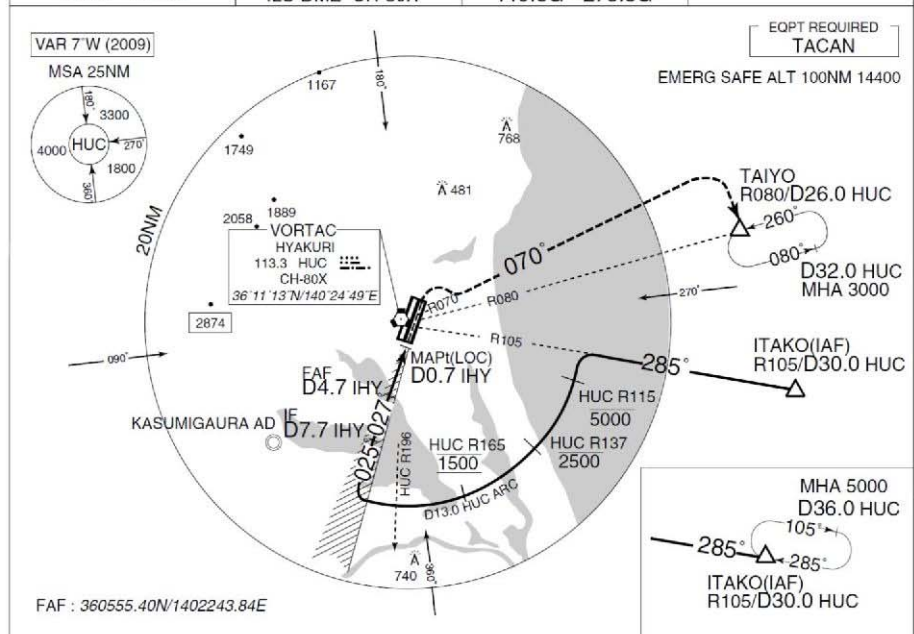
AIP Japan
HYAKURI

INSTRUMENT APPROACH CHART

RJAH / HYAKURI

ILS Y or LOC Y RWY03R

HYAKURI APP 120.1 - 123.875 305.7 - 362.3	ILS - LOC 109.3 IHY ILS-GP 332.0 ILS-DME CH-30X	HYAKURI TWR 118.025- 126.2 236.8 - 323.8 119.5G - 275.8G	RADAR AVBL
---	--	---	------------



MINIMA		THR elev. 107		AD elev. 107	
CAT	CAT I		LOC	CIRCLING	
	DA(H)	RVR/CMV		MDA(H)	VIS
A	307 (200)	750	480 (373)	900	1600
B				1000	2400
C				1400	3200
D				1400	3200

最大離着陸地点
空港からの距離
30nm ≒ 56km

Civil Aviation Bureau, Japan (EFF: 5 APR 2012)

8/3/12

出典：AIP

評価対象となる航空路等の飛行回数

評価対象となる航空路等	ピークデイの飛行回数*1	年間飛行回数*2
直行経路 (IWAKI (IXE)－SWAMP)	H24 年上半期：0 (6 月 8 日) H24 年下半期：0 (9 月 19 日)	182.5
直行経路 (IWAKI (IXE)－KISARAZU (KZE))	H24 年上半期：0 (6 月 8 日) H24 年下半期：0 (9 月 19 日)	182.5
広域航法経路 Y30 (LOTUS－SWAMP)	H24 年上半期：0 (6 月 8 日) H24 年下半期：3 (9 月 19 日)	1,095

*1：国土交通省航空局に問合せ入手したデータ。ここで、ピークデイとは、東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のこと。

*2：ピークデイの飛行回数（0 回の場合は、0.5 回とした。）を 365 倍した値。

有視界飛行方式民間航空機 大破事故概要
(平成5年～平成24年)

(大型固定翼機)

発生年月日	場 所	型 式
該当なし	—	—

(大型回転翼機)

発生年月日	場 所	型 式
平成13年5月19日	三重県桑名市播磨付近	エアスパシアル式AS332L1

(小型固定翼機)

発生年月日	場 所	型 式
平成6年4月6日	広島県佐伯郡	セスナ式208B
平成6年5月7日	高知県吾川郡池川町	セスナ式172P
平成7年7月29日	北海道赤平市	パイパー式PA-28-140
平成7年10月9日	北海道中川郡豊頃町	ピッツ式S-2B
平成8年2月9日	長崎県東彼杵群川棚町	ブレンノマン式BN-2B-20
平成8年11月20日	静岡県伊東市	セスナ式172K
平成9年8月21日	茨城県竜ヶ崎市	パイパー式PA-28-140
平成9年10月26日	鹿児島県垂水市	セスナ式152
平成9年11月2日	熊本県八代郡	セスナ式172N
平成10年3月21日	高知県室戸市	ビーチクラフト式A36TC
平成10年4月20日	滋賀県琵琶湖	セスナ式177RG
平成10年8月25日	岐阜県大野郡荘川村	パイパー式PA-28-161
平成10年9月23日	大阪府高槻市	セスナ式P210N
平成10年9月24日	茨城県霞ヶ浦	ソカタ式TB10
平成11年3月24日	大分県大分郡野津原町	セスナ式172M
平成11年8月1日	大分県大分郡庄内町	富士重工式FA-200-180
平成11年8月13日	長野県斑尾山	セスナ式172P
平成13年3月25日	香川県小豆群上庄町豊島	パイパー式PA-28-181
平成13年5月19日	三重県桑名市播磨付近	セスナ式172P
平成13年8月16日	岡山県久米郡柵原町	セスナ式172NAT
平成14年1月4日	熊本県琢磨群琢磨村	セスナ式172P
平成14年3月1日	北海道帯広市美栄町	スリングビー式T67MMK II
平成14年6月23日	山梨県南巨摩群南部町	ソカタ式TB21
平成15年3月24日	茨城県那珂郡緒川町	ガルフストリームコマンドー式695
平成15年7月11日	宮崎県宮崎市	ビーチクラフト式A36
平成16年1月22日	山梨県甲府市	セスナ式172P
平成16年9月11日	兵庫県養父市	セスナ式172M
平成16年9月20日	兵庫県三原郡南淡町	ソカタ式TB10
平成17年3月2日	大阪市平野区瓜破	ビーチクラフト式E33
平成19年9月1日	宮崎空港南東約1nmの海上	ビーチクラフト式A36
平成19年11月15日	岐阜県中津川恵郡山山頂付近	セスナ式404
平成22年7月28日	北海道松前郡福島町岩部岳東方の山中	セスナ式TU206G
平成23年1月3日	熊本空港から北東約14kmの矢護山南南東斜面	パイパー式PA-46-350P

発生年月日	場 所	型 式
平成 23 年 7 月 26 日	静岡県清水区の興津川河口から富士川河口沖の駿河湾	エクストラ式 EA300/200 型
平成 23 年 7 月 28 日	北海道河西郡芽室町剣山山中	ビーチクラフト式 A36 型

(小型回転翼機)

発生年月日	場 所	型 式
平成 5 年 7 月 27 日	福島県双葉郡大熊町	ベル式 206B
平成 5 年 12 月 23 日	岐阜県郡山郡八幡町	ロビンソン式 R22Beta
平成 6 年 10 月 18 日	大阪府泉佐野市	アエロパ°シアル式 AS355F1
平成 6 年 11 月 13 日	鹿児島県大島郡笠利町	ベル式 206B
平成 8 年 4 月 27 日	長野県長野市篠ノ井	アエロパ°シアル式 AS355F1
平成 8 年 6 月 10 日	鹿児島県鹿児島市岡之原町	ロビンソン式 R22Beta
平成 9 年 1 月 24 日	愛知県岡崎市	アエロパ°シアル式 AS365N2
平成 9 年 5 月 21 日	長野県茅野市	アエロパ°シアル式 SA315B アルエットⅢ
平成 9 年 7 月 3 日	三重県名張市	アエロパ°シアル式 SA315B アルエットⅢ
平成 10 年 5 月 3 日	神奈川県横須賀市津久井浜	アエロパ°シアル式 AS350B
平成 12 年 4 月 24 日	三重県長島町木曾川左岸の河原	ヒューズ式 269C
平成 12 年 11 月 9 日	岐阜県郡上郡高鷲村	ロビンソン式 R22Beta
平成 14 年 5 月 5 日	愛媛県松山空港の西南西 16km 付近海上	ロビンソン式 R44
平成 14 年 6 月 12 日	新潟県東蒲原郡上川村	ベル式 206L-4
平成 16 年 3 月 7 日	長野県木曾郡南木曾町	アエロパ°シアル式 AS355F1
平成 16 年 12 月 24 日	佐賀県有明海海上	ロビンソン式 R44
平成 17 年 5 月 3 日	静岡県静岡市清水区草薙	アグスタ式 A109K2
平成 19 年 6 月 2 日	岐阜県中津川市岐阜中津川場外離着陸場の北約 1.3km 付近	ベル式 412
平成 19 年 10 月 27 日	大阪府堺市堺区遠里小野町 3 丁目	ロビンソン式 R22BETA
平成 19 年 12 月 9 日	静岡県静岡市葵区南沼上 988	ユーロコプター式 EC135T2
平成 20 年 7 月 6 日	青森県下北部大間町大間崎沖の海面	アエロパ°シアル式 AS350B
平成 21 年 2 月 10 日	群馬県利根郡みなかみ町	ベル式 206L-3
平成 21 年 7 月 20 日	但馬飛行場の南東約 15km	ロビンソン式 R44 II
平成 22 年 8 月 18 日	香川県沖多度郡多度津町佐柳島沖	ベル式 412EP

自衛隊機及び米軍機 大破事故概要
(平成5年～平成24年)

(訓練空域外を飛行中)

・自衛隊機

発生年月日	場 所	型 式
平成9年1月13日	宇都宮市坂戸町の鬼怒川河川敷	OH-6D
平成13年2月14日	千葉県市原市天羽田	AH1S, OH-6D
平成14年3月7日	大分県万年山山頂南東2km	OH-6D
平成16年2月23日	三重県鳥羽市と磯部町の境にある青峰山の南東約1km	AH1S
平成17年4月14日	新潟県阿賀町の御神楽岳斜面	MU-2
平成17年9月18日	長崎県佐世保市大湊町の陸上自衛隊相浦駐屯地内	AH1S
平成19年3月30日	徳之島天城岳山頂付近	CH-47JA

・米軍機

発生年月日	場 所	型 式
平成6年10月14日	高知県土佐郡吉野川	A-6
平成11年1月21日	岩手県釜石市橋野町山林	F-16
平成16年8月10日	東京都小笠原諸島北硫黄島	S-3 バイキング
平成16年8月13日	沖縄県宜野湾市の沖縄国際大学構内	CH-53D シースタリオン
平成20年10月24日	沖縄県名護市真喜屋のサトウキビ畑	セスナ機

(基地－訓練空域間往復時)

・自衛隊機

発生年月日	離陸場所 (所属)	場 所	型 式
平成9年8月21日	木更津駐屯地 (陸自)	茨城県竜ヶ崎市	OH-6D
平成11年11月22日	入間基地 (空自)	埼玉県狭山市入間川河川敷	T-33A
平成12年3月22日	松島基地 (空自)	宮城県女川町指ヶ浜山林	T-2
平成12年7月4日	松島基地 (空自)	宮城県牡鹿町山中	T-4
平成13年9月14日	小月航空基地 (海自)	山口県下関市楠乃霊鷲山西側斜面	T-5

基地－訓練空域間往復時の落下事故における航空機落下確率の推定について

1. 想定飛行範囲の面積を用いた評価式の保守性について

「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率は、下式のとおり評価している。

$$Pse = fse \cdot A / Sse \quad \dots \dots \dots (A)$$

Pse：対象施設への航空機落下確率（回/年）

fse：基地と訓練空域間を往復中の落下事故率（回/年）

A：原子炉施設の標的面積（km²）

Sse：想定飛行範囲の面積（km²）

(A)式によると、想定飛行範囲の面積（Sse）が小さいほど、大きな落下確率となる。これは、基地－訓練空域間を簡易的に一様に飛行すると仮定しているためである。

しかし、「原子力関連施設上空の飛行制限について（通達）」に示すとおり、実際には原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること、やむを得ず原子力関連施設の上空を飛行する必要がある場合には、動力装置の停止等緊急事態が発生しても原子力関連施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行することから、発電所上空を含めて基地－訓練空域間を一様に飛行することはなく、かつ、基地－訓練空域間往復時の自衛隊機が発電所に落下する確率は極めて小さいと考えられる。

以上のことから、想定飛行範囲の面積が小さくなるほど、より保守的な落下確率を与えることとなる。（「想定飛行面積と航空機落下確率の関係（概略図）」参照）

原子力関連施設上空の飛行制限について（通達）

昭和 44 年 2 月 6 日
陸幕航第 59 号

改正 平成 10 年 3 月 23 日陸幕運第 145 号 平成 19 年 1 月 9 日陸幕法第 1 号
平成 19 年 3 月 28 日陸幕法第 61 号 平成 21 年 2 月 3 日陸幕法第 10 号

各方面總監
中央即応集団司令官 殿
中央管制気象隊長
航空学校長

陸上幕僚長の命により
総務課長

（例規 99）

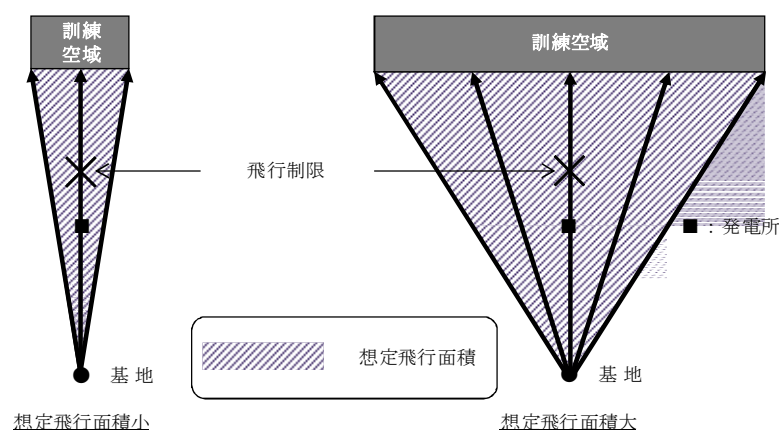
原子力関連施設上空の飛行制限について（通達）

標記について、さきに防衛事務次官の指示に基づきその実施について通達したところであるが、その後さらに細部について示されたので、今後下記により実施されたい。

なお、陸幕航第 583 号（43. 9. 2）は廃止する。

記

- 1 原子力関連施設上空の飛行は、原則として行わないものとする。
- 2 管制機関の指示又は原子力関連施設の位置等の関係から、やむを得ずその上空を飛行する必要がある場合には、動力装置の停止等緊急事態が発生してもこれらの施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行するものとする。
- 3 原子力関連施設は航空路図誌（防衛省監修）に記載され、その設置・廃止等の状況は逐次追録されるので、関係者に当該施設の位置を周知徹底させるものとする。



想定飛行面積と航空機落下確率の関係（概略図）

また、新規制基準に係る適合性の審査の申請をしている発電所のうち、自衛隊機の基地－訓練空域間往復時の航空機落下確率を(A)式により評価しているプラントは、東海第二発電所を含めて6つあり、これらのプラントにおける想定飛行範囲の面積は下表のとおりである。

発電所名称	想定飛行範囲の面積 (km ²)
東海第二発電所	4,540
川内原子力発電所1, 2号炉	19,400
玄海原子力発電所3, 4号炉	10,200
伊方発電所3号炉	40,080

上述のとおり、原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること等を踏まえると、東海第二発電所では、他プラントに比べて想定飛行範囲の面積が小さいため、他プラントの落下確率に比べてより大きな保守性を含んでいると考える。

2. 「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率の算出について

1. のとおり、「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率は大きな保守性を含んでいることから、以下を踏まえ、本航空機落下確率の算出においては、実際に落下事故実績のある全国の基地と訓練空域間を往復時の落下事故件数及び全国の基地の想定飛行範囲の面積を用いて算出した全国平均の基地－訓練空域間往復時の航空機落下確率を2倍した値（以下「全国平均の落下確率の2倍値」という。）を「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率とする。

- ・百里基地特有の特殊な機種は配備されていないこと、全国では基地－訓練空域間往復時に合計5件の落下事故実績があるにも関わらず、百里基地では落下事故実績がな

いこと等を考慮すると、百里基地の落下確率は全国平均に対して同程度又はそれ以下と考えられる。

- ・落下事故実績が存在する全国平均の落下確率を参考とし、保守性を確保するために全国平均の落下確率の2倍値を百里基地－訓練空域間往復時の落下確率として採用。
- ・百里基地－訓練空域間の想定飛行範囲の面積が小さいこと、防衛省による原子力関連施設上空の飛行は原則として行わないよう制限されていること等を考慮すると、全国平均の落下確率の2倍値には実際の落下確率より十分高いと考えられる。

項 目	航空機落下確率 (回/炉・年)
全国平均の落下確率 の2倍値	約 4.14×10^{-8} ($=3.00 \times 10^{-6} (\text{回/年} \cdot \text{km}^2) * \times \text{約} 0.0138 \text{km}^2$)

* : $5 \text{ 件} / 20 \text{ 年} / 175,720 \text{km}^2 = \text{約} 1.42 \times 10^{-6} (\text{回/年} \cdot \text{km}^2)$ を保守的に2倍にし、丸めた値

2.1 全国平均の落下確率の2倍値を用いることの保守性について

「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」は過去20年間落下実績がなく、航空機落下確率算出時の発生件数の与え方に不確かさが存在する一方で、全国の基地－訓練空域間の往復時は過去20年間で5件落下実績が存在する。全国平均の落下確率は、評価の母集団を大きくすることにより落下事故件数を実績値（5件）に基づき評価していること、基地－訓練空域間を往復時の落下確率が基地毎に大きく異なることは考えにくいことを考慮すると、全国平均の落下確率は国内における平均的な落下確率として信頼性があると考えるが、本評価では保守的に全国平均の落下確率の2倍値を用いることとする。

また、原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること、やむを得ず原子力関連施設の上空を飛行する必要がある場合には、動力装置の停止等緊急事態が発生しても原子力関連施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行することについて評価上考慮しておらず、この点においても保守性は確保されている。

使用済燃料乾式貯蔵建屋への航空機落下確率評価について

東海第二発電所の使用済燃料乾式貯蔵建屋は、発電用原子炉施設から独立して設置されていることから、個別に航空機落下確率を評価した。

1. 評価対象事故及び評価に用いた数値は、以下のとおり。

(1) 評価対象事故

発電用原子炉施設に同じ。

(2) 評価に用いた数値

使用済燃料乾式貯蔵建屋の水平面積(約 0.001399km²)及び投影面積(約 0.001887km²)
が 0.01km²を下回っているため、標的面積は 0.01km²とする。

それ以外の数値は発電用原子炉施設に同じ。

2. 評価結果

以下に示すとおり、10⁻⁷(回/炉・年)を超えていないため、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価に対する評価基準について」に定められた判断基準を満足する。

発電所名称	1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故		合 計
	① 飛行場での離着陸時における落下事故	② 航空路を巡航中の落下事故		① 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	② 基地－訓練空域間往復時の落下事故	
東海第二発電所	約 1.80×10 ⁻⁹	約 4.30×10 ⁻¹¹	約 9.95×10 ⁻⁹	約 1.86×10 ⁻⁸	約 3.00×10 ⁻⁸	約 6.1×10 ⁻⁸

3. 建築基準法における自然現象の組合せによる荷重の考え方について

建築基準法施行令における荷重の考え方を表 1 に示す。

組合せは、一般には短期においてのみであり、固定荷重と積載荷重を組み合わせる自然現象による荷重は、「積雪」、「風」、「地震」である。また、それらを組み合わせることはない。

表 1 建築基準法施行令からの抜粋

力の種類	荷重及び外力について想定する状態	一般の場合	第 86 条第 2 項ただし書の規定により特定行政庁が指定する多雪区域における場合
長期に生ずる力	常時	$G + P$	$G + P$
	積雪時		$G + P + 0.7 S$
短期に生ずる力	積雪時	$G + P + S$	$G + P + S$
	暴風時	$G + P + W$	$G + P + 0.35 S + W$
	地震時	$G + P + K$	$G + P + 0.35 S + K$

G：第 84 条に規定する固定荷重によって生ずる力

P：第 85 条に規定する積載荷重によって生ずる力

S：第 86 条に規定する積雪荷重によって生ずる力

W：第 87 条に規定する風圧力によって生ずる力

K：第 88 条に規定する地震力によって生ずる力

また、東海第二発電所が立地する東海村は該当しないが、建築基準法では、その地方における垂直積雪量が 1 m を超える場合又は 1 年毎の積雪の継続期間が 30 日を超える場合は、管轄の特定行政庁が規則でその地方を多雪区域に指定するとともに、その地方における積雪荷重を規定している。一方、多雪区域指定のない地域においては、暴風時及び地震時の積雪荷重に関する組合せを考慮する必要はないとされている。

構築物の構造計算にあたって考慮すべき積雪荷重として、多雪区域では次の 4 つの状態が設定されている。*

① 短期に発生する積雪荷重

この状態に対する積雪荷重は、短期積雪荷重と呼ばれており、冬季の最大積雪として概ね 3 日間程度の継続時間を想定した 50 年再現期待値として設定される値である。

② 長期に発生する積雪荷重

この状態に対する積雪荷重は、長期積雪荷重と呼ばれており、概ね 3 ヶ月程度の継続時間を想定したものである。この荷重は多雪区域における構築物の構造計算を行うときのみ用いられる荷重であり、その値は短期積雪荷重の 0.7 倍である。

③ 冬季の平均的な積雪状態

この状態は、多雪区域において積雪時に強い季節風等の暴風又は地震に襲われたときに想定するものである。この場合の荷重・外力を「主の荷重」と「従の荷重」に区分すると、風圧力又は地震力を「主の荷重」、積雪荷重を「従の荷重」とみなすことができる。「従の荷重」として想定する積雪はその地方における冬季の平均的な積雪で、①の短期積雪荷重の 0.35 倍である。

④ 極めて稀に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、建築物が想定すべき最大級の荷重として、①の短期積雪荷重の 1.4 倍である。

* : 「2007 年版 建築物の構造関係技術基準解説書」平成 19 年 8 月

<参考> 建築基準法における垂直積雪荷重及び基準風速について

1. 垂直積雪量

建築基準法における積雪荷重は、建築基準法施行令第八十六条により、国土交通大臣が定める基準（建設省告示第 1455 号）に基づいて特定行政庁が規則で定める垂直積雪量を積雪の単位荷重に乗じて計算することとされている。

茨城県建築基準法等施行規則より、東海第二発電所が立地する東海村の垂直積雪量は 30 cm である。

（建築基準法施行令から抜粋）

（積雪荷重）

第八十六条 積雪荷重は、積雪の単位荷重に屋根の水平投影面積及びその地方における垂直積雪量に乗じて計算しなければならない。

2 前項に規定する積雪の単位荷重は、積雪量一センチメートルごとに一平方メートルにつき二十ニュートン以上としなければならない。ただし、特定行政庁は、規則で、国土交通大臣が定める基準に基づいて多雪区域を指定し、その区域につきこれと異なる定めをすることができる。

3 第一項に規定する垂直積雪量は、国土交通大臣が定める基準に基づいて特定行政庁が規則で定める数値としなければならない。

（茨城県建築基準法等施行規則から抜粋）

（垂直積雪量）

第 16 条の 4 政令第 86 条第 3 項の規定により知事が定める垂直積雪量の数値は、次の各号に掲げる区域の区分に応じ、それぞれ当該各号で定める数値とする。

(1) 常陸太田市、常陸大宮市及び久慈郡の区域 40 センチメートル

(2) 前号に掲げる区域以外の区域 30 センチメートル

2. 基準風速

建築基準法における風圧力（単位面積あたりの風荷重）は、建築基準法施行令第八十七条により、その地方における過去の記録に基づく風害の程度その他の風の性状に応じて定められる基準風速 V_0 の二乗に比例する風力係数を乗じて計算することとされている。

建設省告示第 1454 号より、東海第二発電所が立地する東海村の基準風速は 30m/s である。

（建築基準法施行令から抜粋）

（風圧力）

第八十七条 風圧力は、速度圧に風力係数を乗じて計算しなければならない。

2 前項の速度圧は、次の式によつて計算しなければならない。

$$q = 0.6 E \cdot V_0^2$$

この式において、 q 、 E 及び V_0 はそれぞれ次の数値を表すものとする。

q 速度圧（単位 一平方メートルにつきニュートン）

E 当該建築物の屋根の高さ及び周辺の地域に存する建築物その他の工作物、樹木その他の風速に影響を与えるものの状況に応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値

V_0 その地方における過去の台風の記録に基づく風害の程度その他の風の性状に応じて三十メートル毎秒から四十六メートル毎秒までの範囲内において国土交通大臣が定める風速（単位 メートル毎秒）

（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号から抜粋）

第 2 令第 87 条第 2 項に規定する V_0 は、地方の区分に応じて次の表に掲げる数値とする。		
(1)	(2) から (9) までに掲げる地方以外の地方	30
(2)	茨城県のうち 水戸市 下妻市 ひたちなか市 東茨城郡のうち内原町 西茨城郡のうち友部町及び岩間町 新治郡のうち八郷町 真壁郡のうち明野町及び真壁町 結城郡 猿島郡のうち五霞町、猿島町及び境町	32
(3)	茨城県のうち 土浦市 石岡市 龍ヶ崎市 水海道市 取手市 岩井市 牛久市 つくば市 東茨城郡のうち茨城町、小川町、美野里町及び大洗町 鹿島郡のうち旭村、銚田町及び大洋村 行方郡のうち麻生町、北浦町及び玉造町 稲敷郡 新治郡のうち霞ヶ浦町、玉里村、千代田町及び新治村 筑波郡 北相馬郡	34
(4)	茨城県のうち 鹿島市 鹿島郡のうち神栖町及び波崎町 行方郡のうち牛堀町及び潮来町	36
(5) ～ (9) : 茨城県内該当なし		

4. 降水について

4. 降水について

4.1 設計基準降水量の設定

東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）での観測記録（1906年1月～2012年3月）によれば，最大1時間降水量は81.7mm/h（1947年9月15日）である。

森林法に基づく林地開発許可に関する審査基準等を示した「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」（平成28年4月茨城県）及び茨城県宅地開発関係資料集《技術基準及びその他編》（監修 茨城県土木部都市局建築指導課，一般社団法人 茨城県建築士会発行）により，雨量強度は127.5mm/hと算出した。

4.2 降水による敷地内浸水影響評価

4.2.1 雨水流出量の算出

＜条件＞

降雨強度は，設計基準としての降水量（127.5mm/h）とする。

雨水流出量 Q_1 の算出には，「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」（平成28年4月茨城県）を参照し，以下の合理式（ラショナル式）を用いる。

$$Q_1 = 1 / 360 \cdot f \cdot r \cdot A$$

ここで，

Q_1 ：雨水流出量（ m^3/s ）

f ：流出係数（開発部：0.9，林地：0.5）

r ：設計基準としての降水量（127.5mm/h）

A ：集水区域面積（ha）

また，集水区域面積は，表1のとおり。

表1 集水区域面積内訳

流域	流域面積（ha）	開発部面積（ha）	林地面積（ha）
①	14.5	13.6	0.9
②	18.7	16.6	2.1
③	8.56	8.56	0.0
④	0.92	0.92	0.0
⑤	2.81	2.81	0.0

4.2.2 流末排水路排水量の算出

＜条件＞

構内排水路における流末排水路排水量 Q_2 の算出には，「開発行為の技術基準」（平成10年10月茨城県）を参照し，以下のマニング式を用いる。

$$Q_2 = V \cdot A$$

$$V = 1 / n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

ここで、

Q_2 : 流末排水路排水量 (m^3/s)

V : 平均流速 (m/s)

A : 流末排水路流水断面積 (m^2)

n : マニングの粗度係数

R : 径深 $= A/S$ (m) (S : 潤辺 (m))

I : 勾配

また、流末排水路は、以下を考慮して設定する。

- ①排水路設置位置は、集水区域ごとに、敷地勾配及び流下経路を考慮し、地表面の降水の流下状況を踏まえ、敷地傾斜等に従い流下する箇所を設定する。
- ②排水路構造は、防潮堤部に設置することから、防潮堤断面方向の構造を考慮し、かつ敷地標高及び潮位を考慮した管径、勾配及び設置本数を設定する。
- ③排水路の機械的強度は、他の外部事象によって発生する衝撃によって排水機能を損なうことのない設計とする。

4.2.2.1 敷地勾配及び流下経路を考慮した地表面の降水の流下状況

発電所敷地（防潮堤内へ降水が流下する発電所敷地外を含む）を標高及び幹線排水路の設置状況より以下の5つの流域に分割し、各々の流下経路を検討する。

流域①：東海第二発電所原子炉建屋より北側（EL. 4m～EL. 8m）

流域②：敷地西側の高台（EL. 11m 以上）

流域③：東海発電所敷地を含む敷地南側（EL. 8m）

流域④：取水口エリア（海水ポンプ室含む）（EL. 3m）

流域⑤：東海第二発電所原子炉建屋の南側（EL. 8m）

流域①の降水は、流域①内に設置されている幹線排水路へ導かれ、流末排水路①-2（既設排水路）を通して海洋へ排水される。また、敷地勾配を考慮すると標高の低い流域①の北東部（EL. 8m から EL. 4m へ下る）へ地表面を流下すると想定される。

流域②の降水は、流域②内の低地である EL. 11m に設置する幹線排水路へ導き、海洋へ排水する。

流域③の降水は、流域③内に設置されている幹線排水路へ導かれる他、地表面を流下すると想定される。

流域④の降水は、流域④内の排水路により海洋へ排水する。なお、防潮堤の構造や周辺の道路の敷設状況より、隣接している流域①、③及び⑤から降水は流下しない。

流域⑤の降水は、流域⑤内に設置されている幹線排水路へ導かれる他、地表面を流下すると想定される。

4.2.2.2 流末排水路の設置位置の設定

4.2.2.1 で考慮した結果より、各流域に対する流末排水路の設置箇所は以下とした。

流域①の降水のため、流末排水路①-2 による排水の他、標高の低い流域①の北東部（EL. 8m から EL. 4m へ下る）へ地表面流下水の流末排水路①-1 を設置する。

流域②の降水のため、流域①、③及び⑤へ流下しないよう、流域②内の低地である EL. 11m に設置する幹線排水路から流末排水路②の経路を設置する。

流域③の降水のため、幹線排水路からの流末排水路③-1、地表面流下水の流末排水路③-2 を設置する。

流域④の降水のため、流末排水路④を設置する。なお、隣接する流域①、③及び⑤の降水が流入しないよう、流入経路となる可能性のある箇所は堰等を設置し、他流域からの流入防止を行う。

流域⑤の降水のため、流末排水路⑤を設置する。

なお、流域②、③及び⑤の降水のうち、当該流域内の幹線排水路に集水されず地表面を流下する降水は、順次敷地標高の低い流域へ流下・排水され、最終的には流域①に設置される流末排水路①-1 へ流入する可能性があるが、流末排水路①-1 の排水量には流域①の雨水流出量と比較して十分な余裕があることから、遅滞なく海域に排水が可能であり、敷地内が浸水することはない。

集水域、幹線排水路及び流末排水路位置を図 1 に、流末排水路構造を図 2 に、敷地高さ及び地表水の流下想定を図 3 に示す。

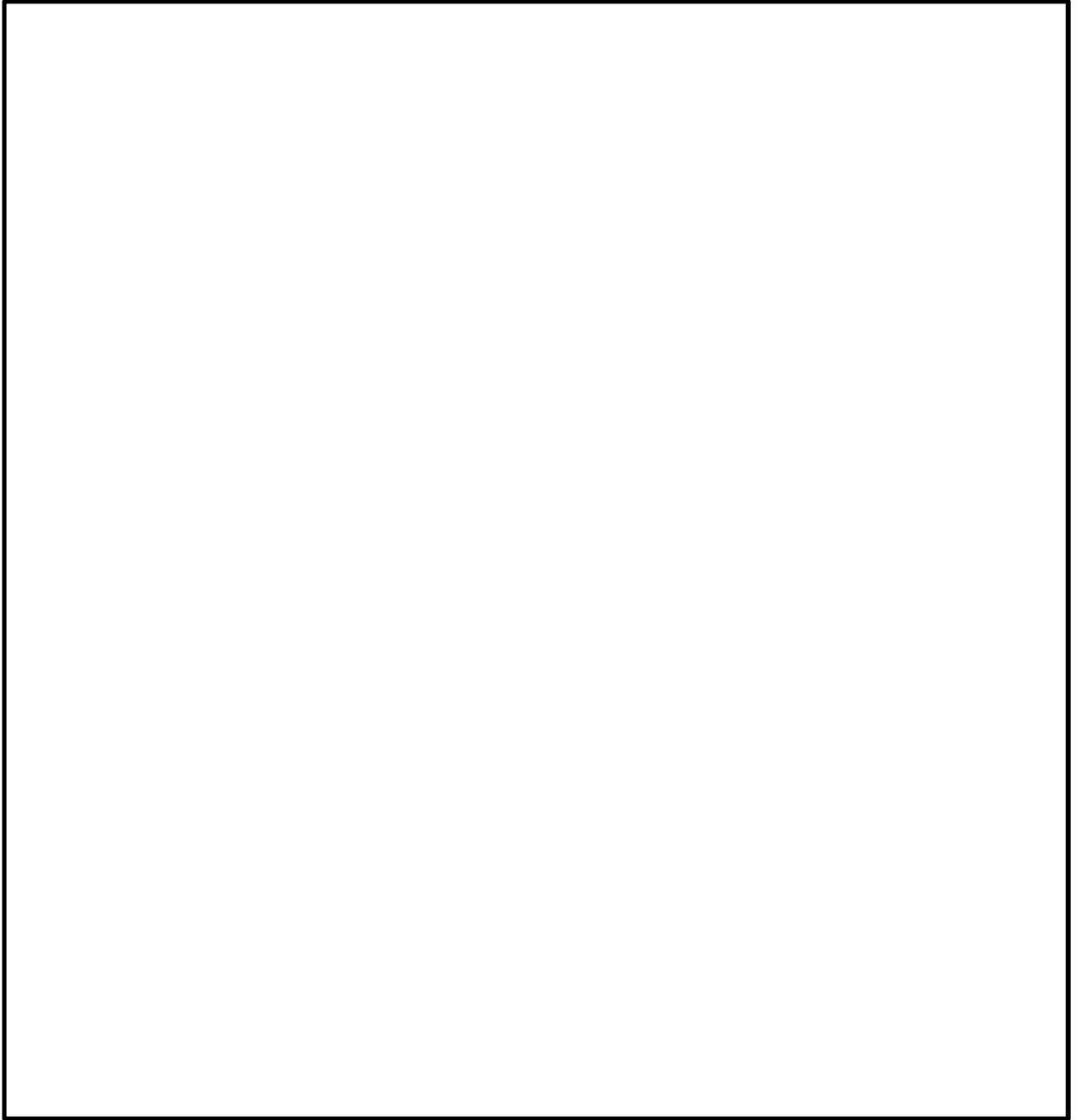
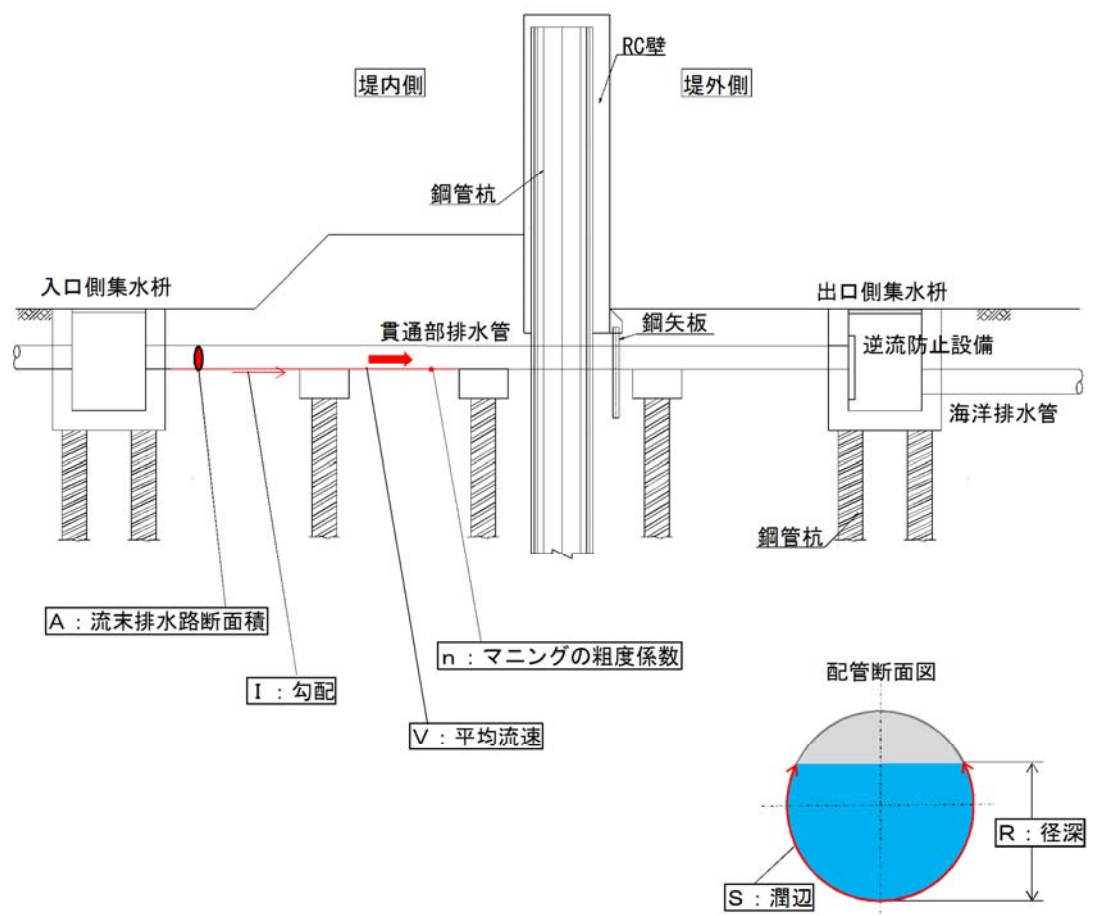


図 1 集水流域，幹線排水路及び流末排水路位置



上断面図
(鋼管杭－排水路の平面方向の位置関係)

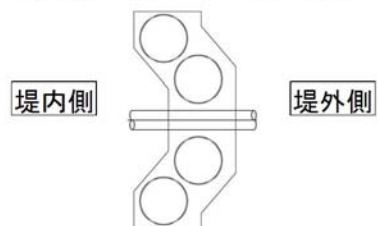


図2 流末排水路構造

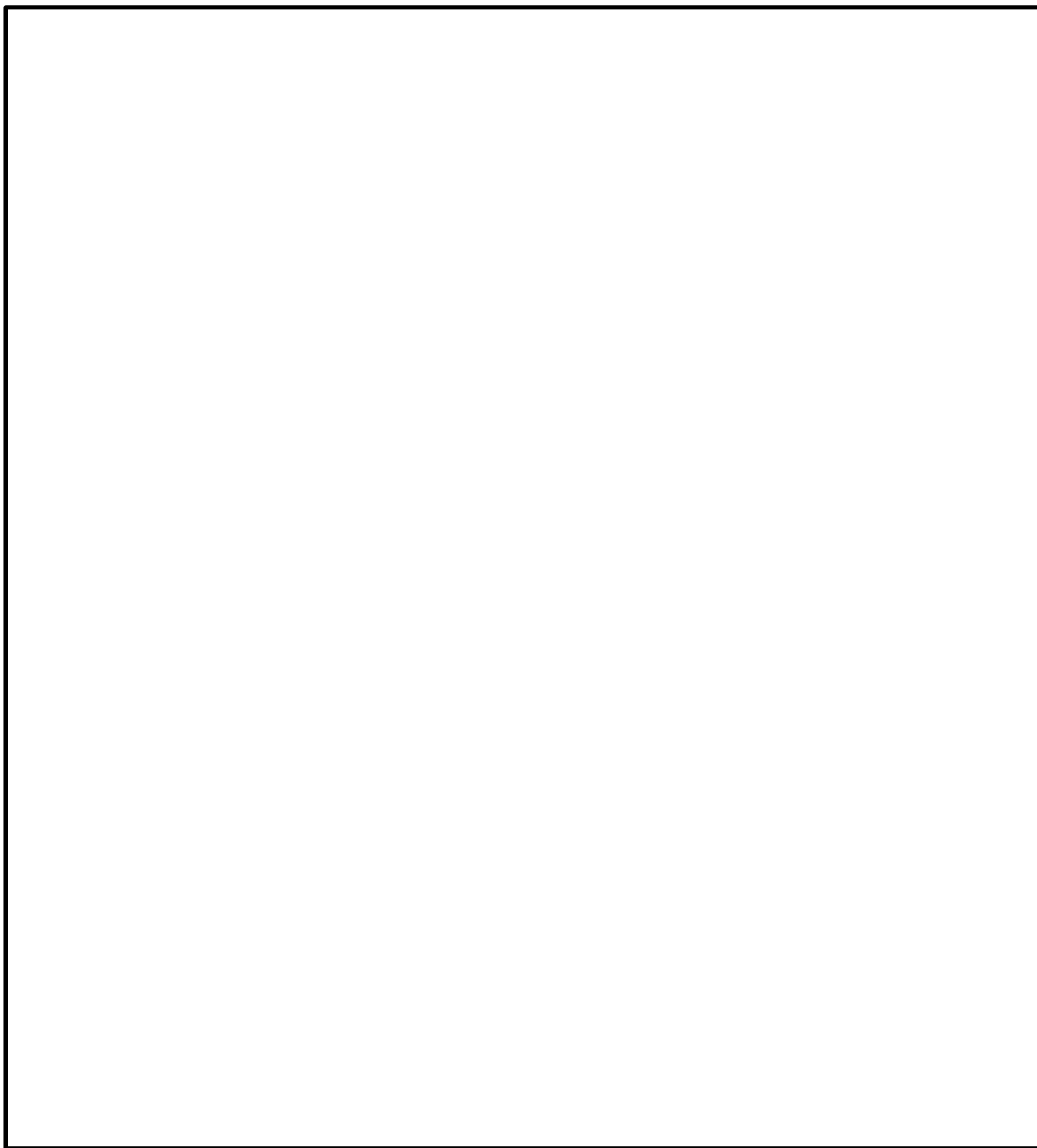


図 3 敷地高さ及び地表水流下想定

4.2.3 判定基準

「4.2.2 流末排水路排水量の算出」において算出した流末排水路排水量 Q_2 が、「4.2.1 雨水流出量の算出」において算出した雨水流出量 Q_1 を上回ることを確認することにより、雨水を遅滞なく海域に排水することが可能であること及び敷地内が降水によって浸水しないことを判定基準とする。

4.2.4 評価結果

流末排水路排水量は、雨水流出量を上回り、雨水は遅滞なく海域に排水可能であり、敷地内は浸水しないことを確認した。雨水流出量と流末排水路の設計排水量の比較結果を表2に示す。

表2 雨水流出量と流末排水路の設計排水量の比較結果

流域	集水域面積A (ha)	雨水流出量 Q_1 (m^3/h)	流末	流末排水路 排水量* Q_2 (m^3/h)	判定 ($Q_1 < Q_2$)	備考
①	14.5	約 16,200	①-1	約 20,700	○	流末①-2 で排水できない雨水は地表を流下し、流末①-1 で排水される
			①-2	約 8,760		
②	18.7	約 18,900	②	約 21,800	○	
③	8.56	約 9,900	③-1	約 3,900	○	流末③-1 で排水できない雨水は地表を流下し、流末③-2 で排水される
			③-2	約 11,600		
④	0.92	約 1,060	④	約 1,100	○	
⑤	2.81	約 3,230	⑤	約 12,000	○	

4.3 浸水評価について

4.3.1 建屋廻りの浸水評価

安全施設を内包する建屋への影響について、建屋の排水口（設計降水量 100mm/h）による排水は、それらの建屋周辺において構内排水路（設計降水量 50mm/h）及び地表面を敷地傾斜に従い流下し、流末排水路（設計降水量 127.5mm/h 以上）より速やかに排水されることから、安全施設が浸水することはない。

4.3.2 取水口エリアの浸水評価

取水口エリアへの影響について、敷地傾斜に従い流下し、流末排水路より速やかに排水されることから、安全施設が浸水することはない。（「2. 降水による敷地内浸水影響評価」のとおり）

なお、安全施設が設置されている海水ポンプ室内には、排水ポンプが設置されており、その排水量は海水ポンプ室内の雨水流出量を上回るため、安全施設が浸水することはない。海水ポンプ室内における雨水流出量と排水ポンプ排水量の比較結果を表3に示す。

表3 海水ポンプ室内における雨水流出量と排水ポンプ排水量の比較結果

流域	集水区域面積A (m^2)	雨水流出量 Q_3 (m^3/h)	排水ポンプ排水量 Q_4 (m^3/h)	判定 ($Q_3 < Q_4$)
北側海水ポンプ室	86	11.0	36.0	○
南側海水ポンプ室	108	13.8	36.0	○

以上のことから、安全重要度クラス1，2に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備が、設計基準としての降水量による浸水によって安全機能を損なわれることはない。

4.4 荷重の影響について

降水による荷重の影響について、安全施設を内包する建屋には、排水口が設置されていること、建屋上部は開放されていることから、速やかに排水可能である。また、屋外に設置されている安全施設は、上部に水が滞留する構造ではなく降水による荷重を受けにくいいため、影響はない。

以上のことから、安全施設を内包する建屋は多量の降水に対しても、排水口等により排水する設計としており、設計基準としての降水量による荷重によって安全機能を損なわれることはない。