

【公開版】

提出年月日	令和元年 12 月 13 日	R1
日本原燃株式会社		

M O X 燃 料 加 工 施 設 に お け る
新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

安全審査 整理資料

第 9 条：外部からの衝撃による損傷の防止
(その他外部衝撃)

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

1. 2 要求事項に対する適合性

1. 3 規則への適合性

2. その他外部事象に関する基本方針

3. 環境等

3. 1 気象

3. 1. 1 気象官署所在地の状況

3. 1. 2 八戸，むつ各気象官署を選んだ理由

3. 1. 3 最寄りの気象官署における一般気象

3. 2 生物

3. 2. 1 生物の生息状況

3. 2. 2 生物学的事象で考慮する対象生物

4. 本施設の設計において考慮する自然現象

4. 1 自然現象の抽出

4. 2 自然現象に対する安全設計

4. 2. 1 風（台風）

4. 2. 2 凍結

4. 2. 3 高温

4. 2. 4 降水

4. 2. 5 積雪

4. 2. 6 生物学的事象

4. 2. 7 塩害

4. 3 異種の自然現象の重畳及び自然現象と設計基準事故の組合せ

5. 人為事象

5. 1 人為事象の抽出

5. 2 人為事象に対する安全設計

5. 2. 1 有毒ガス

5. 2. 2 電磁的障害

5. 2. 3 敷地内における化学物質の漏えい

5. 3 手順等

2章 補足説明資料

2 章 補足説明資料

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト

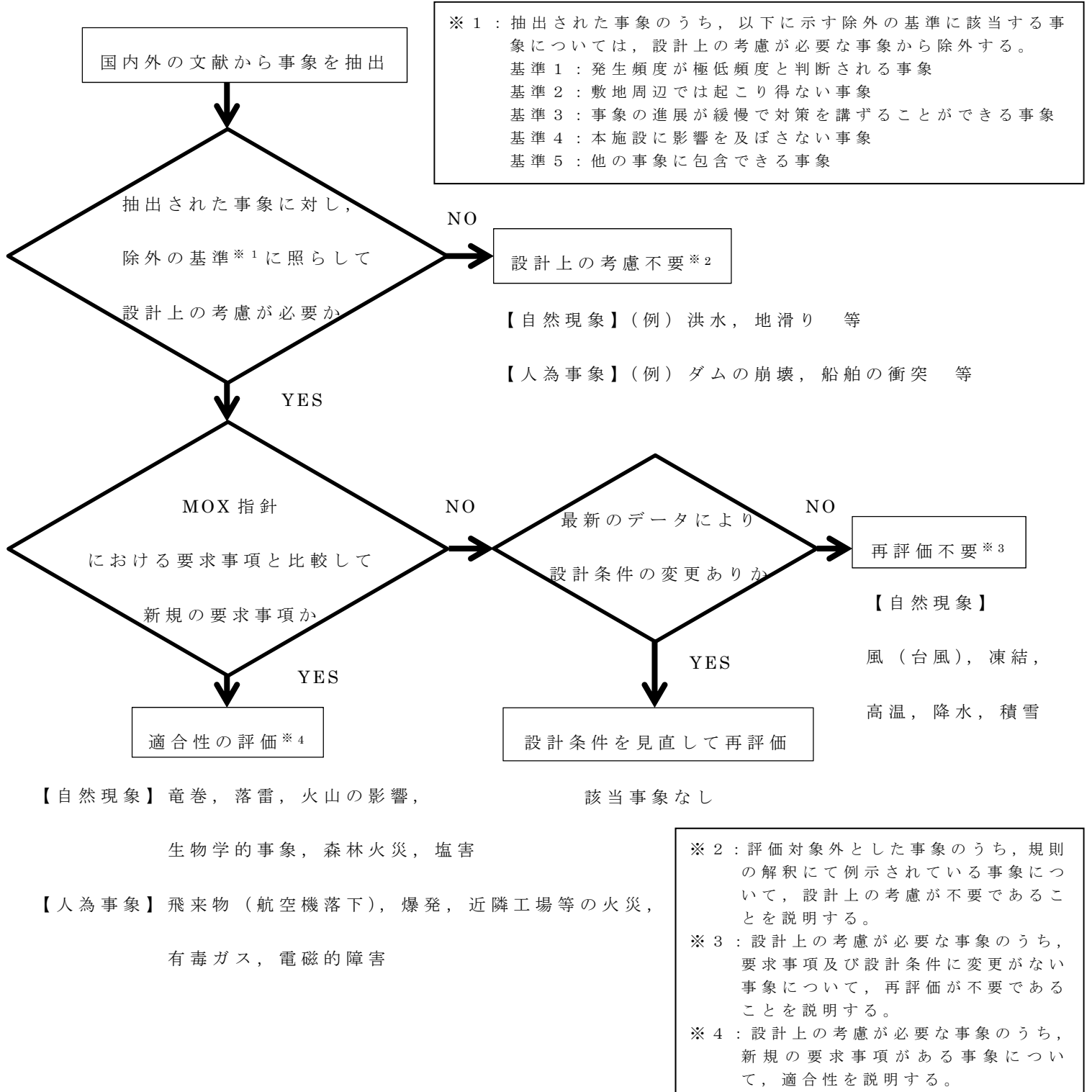
第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(その他外部衝撃)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料1-1	外部からの衝撃に対する適合性の評価フロー	12/13	0	
補足説明資料1-2	アクセス性・視認性	12/13	0	
補足説明資料1-3	防護すべき安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備への考慮	12/13	0	
補足説明資料3-1	比較的短期での気象変動に対する考慮	12/13	0	
補足説明資料3-2	生物学的事象に対する考慮	12/13	0	
補足説明資料3-3	設計基準としての設定値の妥当性	12/13	0	
補足説明資料4-1	地滑り影響評価	12/13	0	
補足説明資料4-2	洪水影響評価	12/13	0	
補足説明資料4-3	高温影響評価	12/13	0	
補足説明資料4-4	塩害影響評価	12/13	0	
補足説明資料4-5	建屋内に設置される安全機能を有する施設の塩害対策について	12/13	0	
補足説明資料4-6	塩害防護措置のうち防食処理及び碍子洗浄の実効性評価	12/13	0	
補足説明資料4-7	自然現象の重畳について	12/13	0	
補足説明資料4-8	設計基準事故時に生ずる応力の考慮について			
補足説明資料4-9	降水による浸水及び荷重の影響評価	12/13	0	
補足説明資料4-10	設計上想定を超える自然現象に対応した手順について			
補足説明資料4-11	防護対象施設以外の安全機能を有する施設の設計又は対処について			
補足説明資料4-12	設計外気温(高温)の考え方について	12/13	0	
補足説明資料5-1	ダムの崩壊影響評価	12/13	0	
補足説明資料5-2	船舶の衝突影響評価	12/13	0	
補足説明資料5-3	外部人為事象に関わる重畳の影響について	12/13	0	
補足説明資料5-4	電磁的障害影響評価	12/13	0	
補足説明資料5-5	安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な回路の主なサージ・ノイズ、電磁波対策について			
補足説明資料5-6	ASME判断基準と考慮すべき事象の除外基準との比較	12/13	0	
補足説明資料5-7	考慮した外部事象についての対応状況			

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 1 - 1 (9 条 その他)

外部からの衝撃に対する適合性の評価フロー



< 参考 1 >

基準 1 : 発生頻度が極低頻度と判断される事象

航空機落下の評価では発生頻度が低い事象 (10^{-7} / 年以下) は考慮すべき事象からは対象外としており, 同様に発生頻度がごく稀な事象は対象外とする。

基準 2 : 敷地周辺では起こり得ない事象

本施設及び原子力発電所の立地点の自然環境は一様ではなく, 発生する自然事象は地域性があるため, 本施設立地点において明らかに起こり得ない事象は対象外とする。

基準 3 : 事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象

事象発生時の本施設への影響の進展が緩慢であって, 影響の緩和又は排除の対策が容易に講じることが出来る事象は対象外とする。

基準 4 : 本施設に影響を及ぼさない事象

事象が発生しても, 本施設への影響が極めて限定的で安全機能の喪失につながらない事象は対象外とする。

基準 5 : 他の事象に包含できる事象

本施設に対する影響が同様とみなせる事象については, 相対的に影響が大きいと判断される事象に包絡して合理的に検討する。

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 1 - 2 (9 条 その他)

アクセシ性・視認性

自然現象が安全機能を有する施設に及ぼす影響としては、荷重だけでなく、アクセシ性及び視認性に対する影響も考えられることから、これらの観点についても影響を評価する。

アクセシ性及び視認性の観点からの影響評価結果を以下に示す。

<アクセシ性への影響評価結果>

設計基準においては、屋内設備と屋内での対応により事象収束が可能であることから、自然現象による屋外へのアクセシ性の影響については考慮する必要が無い。

<視認性への影響確認結果>

設計基準においては、屋内設備と屋内での対応により事象収束が可能であることから、自然現象による視認性への影響については考慮する必要が無い。また、本施設では、施設に影響を及ぼす可能性がある自然現象又は自然現象発生後の施設周辺の状態については、公共機関からの情報及び気象観測設備からの情報、作業員による目視等により得られる情報により把握することが可能である。再処理事業所として得られた情報については、ページング装置及び所内携帯電話等の所内通信連絡設備により情報共有し、本施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等を把握することができる。

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 1 - 3 (9 条 その他)

防護すべき安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備への
考慮

(1) 防護すべき安全機能を有する施設

地震及び津波以外の自然現象及び再処理事業所敷地又はその周辺において想定される本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。）に対する安全機能を有する施設への要求については「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「事業許可基準規則」という。）にて規定されている。

事業許可基準規則には安全機能を有する施設に対し、以下のよう
に規定されている。

【抜粋】事業許可基準規則

事業許可基準規則	解釈
<p>第九条（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければな</p>	<p>（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>1 第9条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む。</p>

<p>らない。</p> <p>3 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される加工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。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>6 第3項は、設計基準において想定される加工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。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な重大事故等対処設備への措置を含む。</p>
---	---

事業許可基準規則 第一条 定義より抜粋

- 「安全機能」とは、加工施設の通常時又は設計基準事故時において、加工施設の安全性を確保するために必要な機能をいう。
- 「安全機能を有する施設」とは、加工施設のうち、安全機能を有するものをいう。

(2) 重大事故等対処設備への考慮

設計基準事象に対して耐性を確保する必要があるのは設計基準事故に対処するための設備であり、重大事故等対処設備ではないが、第二十七条の要求を踏まえ、設計基準事象によって、設計基準事故に対処するための設備の安全機能と重大事故等対処設備が同時にその機能が損なわれることがないことを確認する。

重大事故等対処設備については、事業許可基準規則にて以下のように規定されている。

【抜粋】事業許可基準規則

第二十七条（重大事故等対処設備）

重大事故等対処設備は、次に掲げるものでなければならない。

第2項 常設重大事故等対処設備は、前項に定めるもののほか、共通要因によって設計基準事故に対処するための設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものでなければならない。

第3項第六号（可搬型重大事故等対処設備に関しては、）

共通要因によって、設計基準事故に対処するための設備の安全機能又は常設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と同時に可搬型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、適切な措置を講じたものであること。

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 3 - 1 (9 条 その他)

比較的短期での気象変動に対する考慮

(1) 気象変動に対する考慮

設計基準設定の際には、①規格・基準類からの要求、②観測記録より、地域性を考慮した値としているが、これらは過去の経験データに基づいた設定と言える。

基本的に本施設の寿命は、大規模な気候変動の周期よりも短いと考えられるが、各自然現象について将来的な気候変動により厳しい傾向となることは否定できない。そのため、過去の経験データを用いて、将来的なハザードを予測することについては十分な吟味が必要であり、特に本施設の寿命の間に変化が予想される事象については、最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し、必要に応じて設計基準の見直し等の配慮を行う必要がある。

一般的に、将来的な気候変動として現時点でも予想されるものとしては地球温暖化が挙げられ、地球温暖化が進行した際には、気温上昇や台風の強度が強まる傾向が考えられる。

地球温暖化予測情報 第8巻（平成25年3月 気象庁）における、21世紀末（将来気候 2076～2095年を想定）と20世紀末（現在気候 1980～1999年）との比較における日本付近の気候変化の予測に基づき、本施設の設計への影響は以下のように考えられる。

① 低温

冬季の極端な最低気温は2.5～4℃の上昇が予測されているが、設計条件に対して緩やかになる方向である。

② 高温

夏季の極端な最高気温は2～3℃の上昇が予測されている（第3-1-1図に示す）。

貯蔵施設の安全評価において、MOXの崩壊熱による影響は小さく、換気設備が停止した場合においても閉じ込め機能の不全に至るまでに時間的な余裕があることから、本施設には、常時冷却機能の維持が必要な設備はない。

よって、設備の機能に悪影響を与えるようなレベルの気温上昇ではなく、安全機能を有する施設への影響はないと判断した。

③ 積雪

積雪深は、北海道内陸の一部を除き最深積雪は減少する傾向にあるため、設計への影響はない。

一方で、本施設周辺の地域特性が反映された気候変動を把握する観点から、最寄りの気象官署である六ヶ所地域気象観測所の過去数十年の観測記録を確認（第3-1-2図参照）し、以下のとおり考察した。

④ 降水

1時間最大降水量は1年につき0.1mm程度の増加傾向が

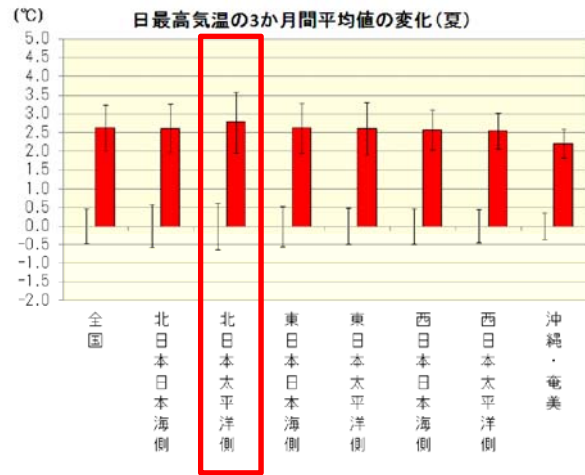
見受けられる（第3-1-2図）が，仮に4.0mm程度の増加があったと仮定しても30mm程度であり，設計上考慮する降水量である1時間降水量69mmと比較して余裕のあるものである。

⑤ 風

風速は，最大風速，最大瞬間風速ともに有意な増加傾向（又は台風の強度が強まる傾向。）は見受けられない。

これらのことから，過去数十年の本施設周辺の気候変動の記録からは，降水量及び最高気温・最低気温は増加・上昇の傾向が確認されたものの，安全機能への影響はないことを確認している。

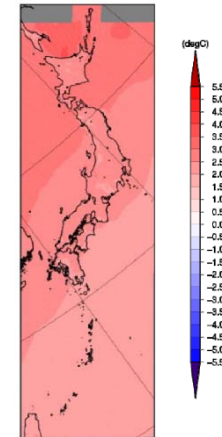
ただし，気候変動を完全に予測することは難しいため，今後とも最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し，必要に応じて設計基準の見直し等を実施していくものとする。



気温の増加の数値

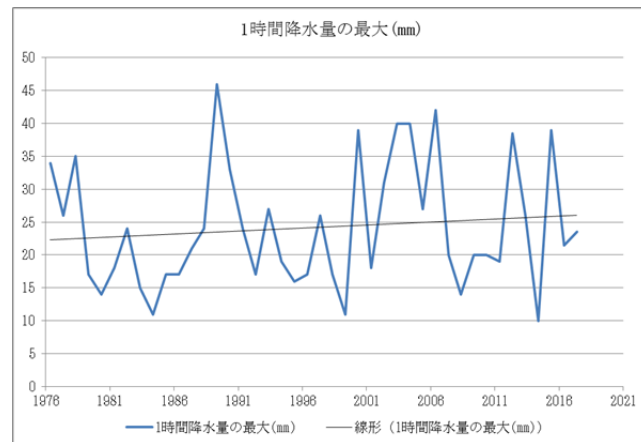
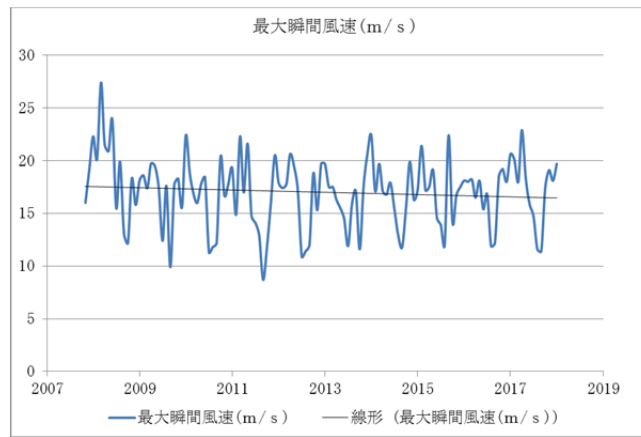
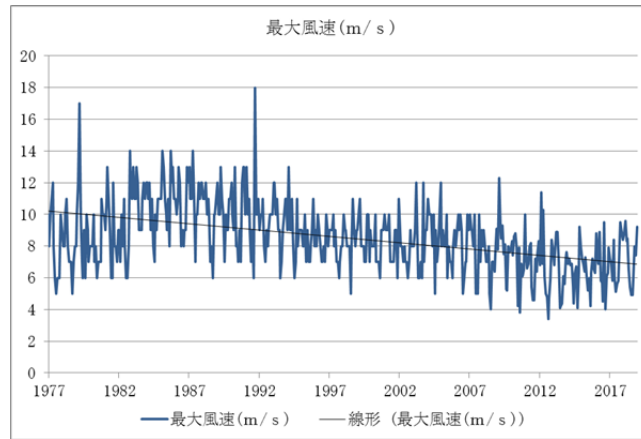
	年	春	夏	秋	冬
全国	2.98	2.88	2.63	3.06	3.36
北日本日本海側	2.97	2.80	2.62	3.17	3.31
北日本太平洋側	3.14	3.09	2.77	3.16	3.54
東日本日本海側	2.97	2.86	2.62	3.11	3.30
東日本太平洋側	2.98	2.91	2.61	3.08	3.36
西日本日本海側	2.90	2.79	2.58	2.94	3.30
西日本太平洋側	2.88	2.79	2.55	2.92	3.27
沖縄・奄美	2.38	2.28	2.21	2.47	2.55

夏 (6~8月)



最高气温の変化 (将来気候の現在気候との差)

第 3-1-1 図 最高气温の変化について



第 3-1-2 図 気候トレンド（六ヶ所地域気象観測所観測記録）

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 3 - 2 (9 条 その他)

生物学的事象に対する考慮

1. はじめに

生物学的事象として考慮する対象生物は、「新むつ小川原開発基本計画素案に係る環境影響評価書」及び「六ヶ所事業所再処理工場及び廃棄物管理施設に係る環境保全調査報告書」で確認されている生物の生息状況（第3-2-1表）を踏まえて以下のとおり設定する。

- ・鳥類及び昆虫類の生息が確認されており，換気設備等の外気取入口からの侵入が考えられるため，鳥類及び昆虫類を考慮する。
- ・周辺監視区域の境界及び本施設周辺にフェンスを設置しており，大型動物は本施設近傍まで侵入することは想定し難いが，小動物は本施設近傍まで侵入することが考えられるためこれを考慮する。

第 3-2-1 表 生物学的的事象として考慮する対象生物

新むつ小川原開発基本計画案に係る環境影響評価書 青森県 平成 19 年 3 月			六ヶ所事業所再処理工場及び廃棄物管理施設に係る環境保全調査報告書 日本原燃サービス株式会社 平成元年 3 月（平成 4 年 4 月一部変更）		
鳥類	資料調査 現地調査	282 種 猛禽類：9 種 一般的な鳥類：149 種	鳥類	文献調査 現地調査	285 種 184 種
昆虫類	資料調査 現地調査	トンボ類：43 種 トンボ類：26 種 その他昆虫類：221 種			
その他動物種 (両生類・爬虫類)	資料調査 現地調査	20 種以上 6 種			
その他動物種 (哺乳類)	資料調査 現地調査	27 種以上 7 種	哺乳類	文献調査 現地調査	17 種 24 種
その他動物種 (魚類)	資料調査	54 種 (田面木沼・市柳沼：16 種、 農業沼：21 種、尾敷沼：44 種)	水生動物	二又川（現地調査） ・底生生物：春季 15 種、夏季 2 種 ・魚類：未確認	・オオハクチョウ、コガモ、セグロカモメ、カッコウ、ウグイス、シジュウカラ 等 ・ジネズミ、セミズ、メダカ、ノウサギ、ニホシリス、トリボウキチネズミ、アキノワグマ、カモシカ 等
		六ヶ所村の河川に生息している主な魚類 上流域：イワナ、エゾイワナ、ヤマメ 等 中流域：アユ、ウグイ、マルタ 等 下流域：コイ、フナ、タナゴ、カジカ、ナマズ 等 河口付近：マハゼ、ワカサギ、サケ、スマガレイ 等		尾敷沼（現地調査） ・湖沼性生物：春季 16 種、夏季 19 種 ・底生生物：春季 22 種、夏季 22 種 ・魚類：春季 10 種、夏季 3 種 ・卵、稚仔：春季 3 種、 夏季～冬季 未確認 ・動物プランクトン：春季 23 種、夏季 27 種	・節足動物のキブネタニガワカゲロウ、ガガンボ科の一種、ユスリカの一種 等 ・環形動物のゴカイ、軟体動物のカワザンショウガイ 等 ・軟体動物のカワグチツボ、ホトギスガイ 等 ・ワカサギ、サヨリ、スマガレイ 等 ・コノシロの卵、ヨウジクオ及びハゼ産目の稚仔 ・腹足綱の幼生 等
その他動物種 (水生生物)	資料調査	尾敷沼：甲殻類（7774'ニ、7774'4等）、昆虫類（2533'の一種）、節足動物（877'472'等）、 二枚貝（7774'4等）、多毛類（7774'4等）、貧毛目（7774'4等）、 農業沼：甲殻類（7774'4等）、昆虫類（7774'4等）、二枚貝（7774'4等）、貧毛目（7774'4等）、 環形動物 高瀬川周辺：環形動物（7774'4等）、軟体動物（7774'4等）、節足動物（7774'4等）、脊椎動物 （7774'4等）		二又川（現地調査） 藻類：春季 23 種、夏季 19 種 秋季 28 種、冬季 20 種 尾敷沼（現地調査） 海藻類：春季 6 種、夏季 6 種 秋季 6 種、冬季 7 種 植物プランクトン：春季 23 種、夏季 47 種、 秋季 38 種、冬季 31 種	・珪藻 ・緑藻、種子植物のコアマモ 等
水生植物	資料調査	尾敷沼及び農業沼の植物 主な水生植物：マコモ、ヨシ、ツルヨシ、タサヨシ、ホタルイ、サンカイ 等 湖岸の蘆原：ヤチヤナギ、ヤチハンノキ、アゼスガ、カモノハシ 等 河口付近：ウミミドリ、オオシバナ、イヌイ 等 田面木沼及び市柳沼の植物 尾敷沼及び農業沼の主な植物と類似 高瀬川付近の植物 ウミミドリ、ヒメキンボウゲ、イヌイ、オオシバナ 等	水生植物		・生物学的的事象として考慮する対象生物

2. 対策の概要

安全機能を有する施設は、生物の侵入を防止又は抑制することにより、安全機能を損なわない設計とする。

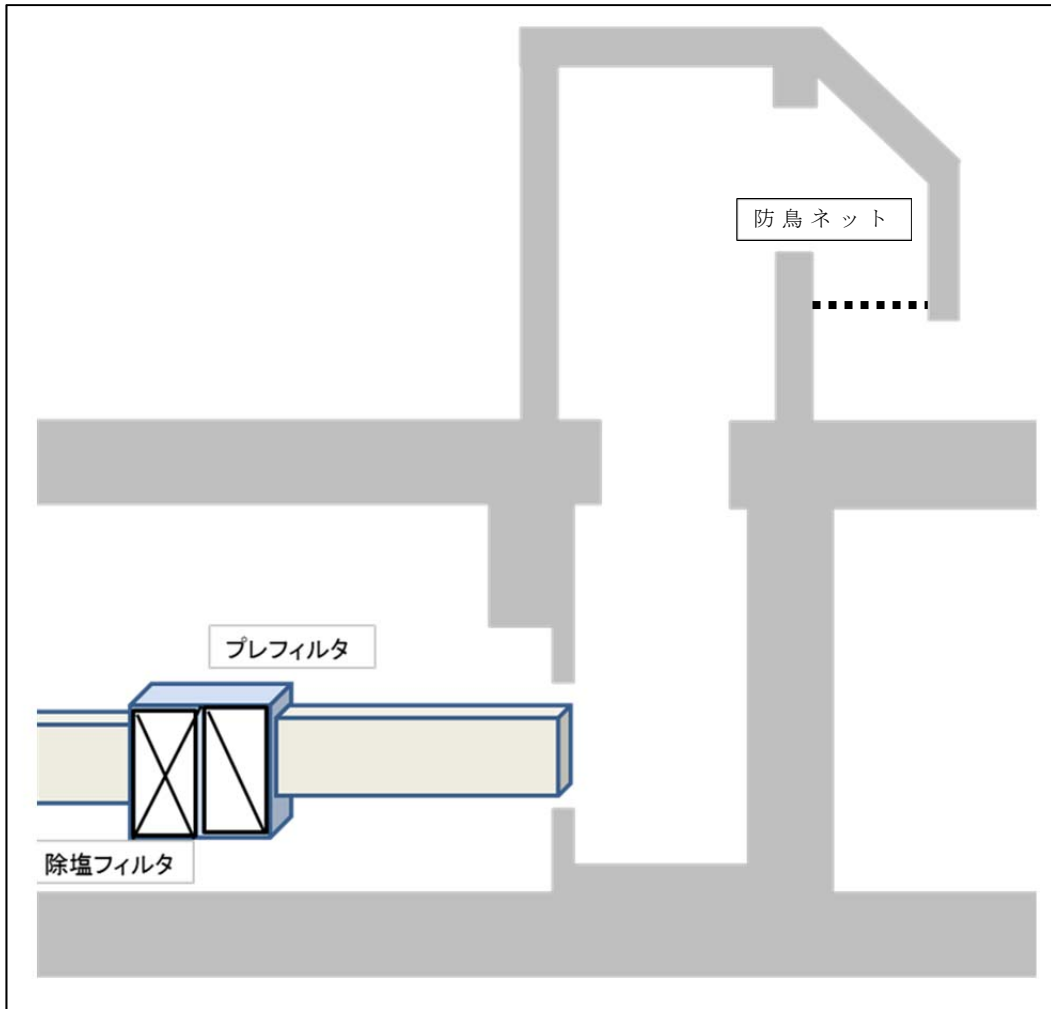
換気設備及び非常用所内電源設備の外気取入口には、対象生物の侵入を防止又は抑制するための措置を施し、安全機能を損なわない設計とする。

2. 1 換気設備等の外気取入口

換気設備及び非常用所内電源設備の外気取入口には鳥類の侵入防止及び昆虫類の侵入抑制のため、バードスクリーンを設置している。（第 3-2-1 図）

2. 2 屋外の電気設備

受変電設備については周辺にはフェンスを設置し、電気盤・制御盤で開口部がある箇所はパンチング処理を行い鳥類、昆虫類、小動物の侵入を防止する。（第 3-2-2 図、第 3-2-3 図）



第 3-2-1 図 換気設備の外気取入口 概要図 (バードスクリーン)



第 3-2-2 図 受変電設備のフェンス (小動物対策)



第 3-2-3 図 受変電設備のパンチング部分
(小動物対策)

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 3 - 3 (9 条 その他)

設計基準としての設定値の妥当性

各自然現象の設計基準の設定値を設定するに当たっては、国内の規格・基準類、敷地周辺の気象観測所における観測記録等をもとにした。

また、設定した設計基準の設定値について、設計への影響を確認し、安全機能を有する施設の安全機能を損なうことがないことを確認する。

【風】

風（台風）に関しては、敷地周辺の気象観測所で観測された最厳値を踏まえて、建築基準法施行令第87条に基づく風荷重を設定し、これに対し機械的強度を有する設計とする。

ベルヌーイの定理より、流速 V_0 をもつ定常流の動圧は

$$q = (1/2)\rho V_0^2 \quad \dots\dots(1)$$

で与えられる。ここで ρ は流体の密度（空気の場合は 1.2 kg/m^3 ）である。

建築基準法施行令第87条に基づく風荷重は、係数 E を乗じて

$$q = (1/2)\rho E V_0^2 \quad \dots\dots(2)$$

を規定している。ここで E は、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であり、

$$E = Er^2 \cdot G_f \quad \dots \dots (3)$$

で与えられる。 G_f はガスト係数、 Er は「 E の数値を算出する方法並びに V_0 及び風力係数の数値を定める件」(平成12年5月31日建設省告示第1454号)に定めるところの平均風速の高さ方向の分布を表す係数である。

八戸・むつ観測所での最大瞬間風速は41.3m/sであるが、設計時の風荷重の算出には、国土交通大臣が定める青森県の基準風速 $V_0=34$ m/sを用いている。 E は建物高さとし地表面粗度区分を考慮した風速の安全係数ということができ、地表面粗度区分Ⅱのときの建屋高さとし E の関係は、建物高さ1～5mのときに最も E が小さくなり、 $E=1.78$ である。 E を風速の安全係数と捉え、(2)式にあたる $E \times V_0^2$ の平方根が風速に相当する値と言えることから、国土交通大臣が定める青森県の基準風速34m/sに相当する $E=1.78$ を考慮し、下式で求めると、

$$\sqrt{(E \times V_0^2)} = \sqrt{(1.78 \times 34^2)} = 45.4[\text{m/s}]$$

45.4m/sとなり、八戸・むつ観測所での最大瞬間風速よりも厳しい評価をしていることになる。

以上のことから、本施設敷地周辺の気象観測所で観測された風速の最厳値による風荷重は、設計の設定値として妥当である。

なお、八戸・むつ観測所での最大瞬間風速による風荷重は、竜巻による荷重(設計風速100m/s)に包絡されるため、風荷重により安全機能を損なわない設計としている。

【積雪】

積雪に関しては、敷地周辺の気象観測所で観測された最厳値は、

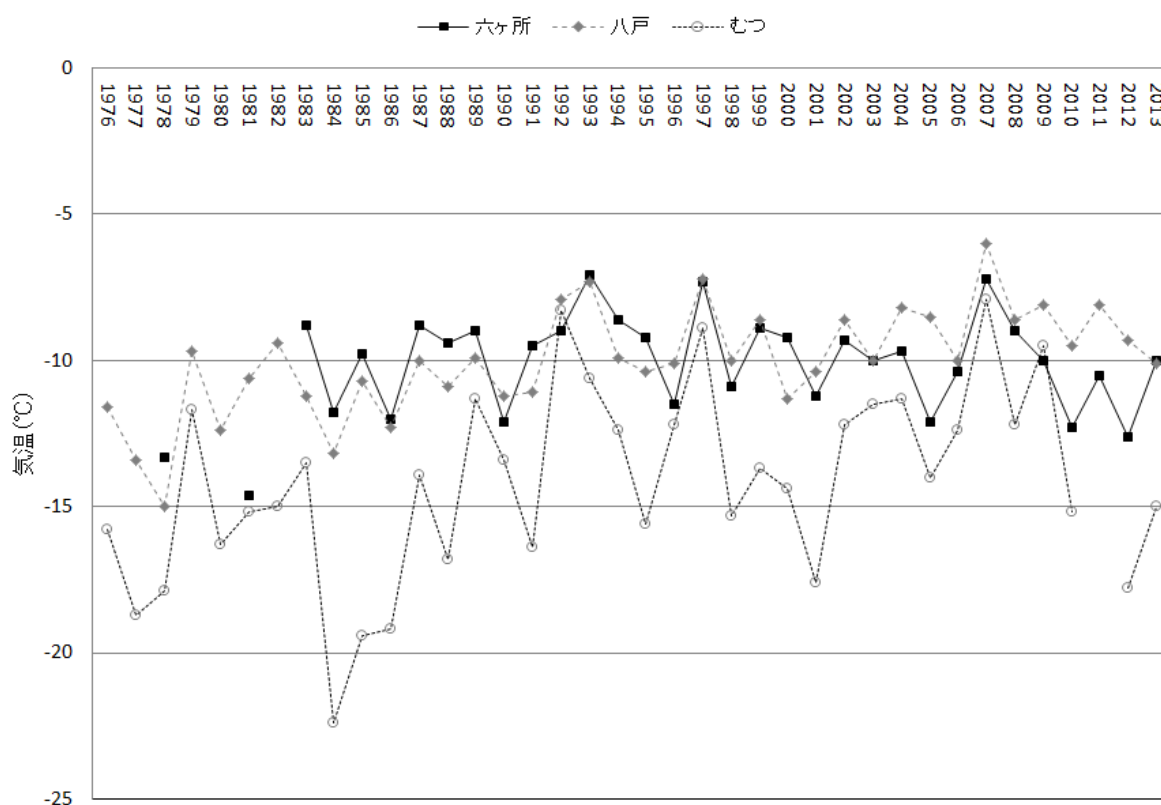
むつ特別地域気象観測所での観測記録（1935年～2018年3月）によれば170cm（1977年2月15日）であるが、六ヶ所村統計書の記録（1975年～2002年）による最深積雪量は190cm（1977年2月）である。設計上考慮する積雪量は、これらのうち最も厳しい値である積雪量190cmとすることから、設定値は妥当である。なお、安全機能を有する施設の設計においては、降下火砕物と積雪の影響の重ね合わせた荷重を考慮し、安全機能を損なわない設計としている。

【降水】

降水に関しては、敷地付近で観測された日最大1時間降水量の最厳値は、八戸特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）で67.0mm（1969年8月5日）であり、設計にあたってはこの値を適切に考慮した設計とする。よって、設定値は妥当である。

【凍結】

凍結に関しては、敷地周辺の気象観測所の観測記録を適切に考慮する。むつ特別地域気象観測所、八戸特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所における日最低気温の推移を第3-3-1図に示す。これによると、八戸特別地域気象観測所の観測値は六ヶ所地域気象観測所の観測値と近似し、かつ極値が六ヶ所地域気象観測所のそれを下回っている。このため、八戸特別地域気象観測所の日最低気温の観測記録 -15.7°C （1953年1月3日）を設計外気温度として設定している。以上のことより、設定値は妥当である。

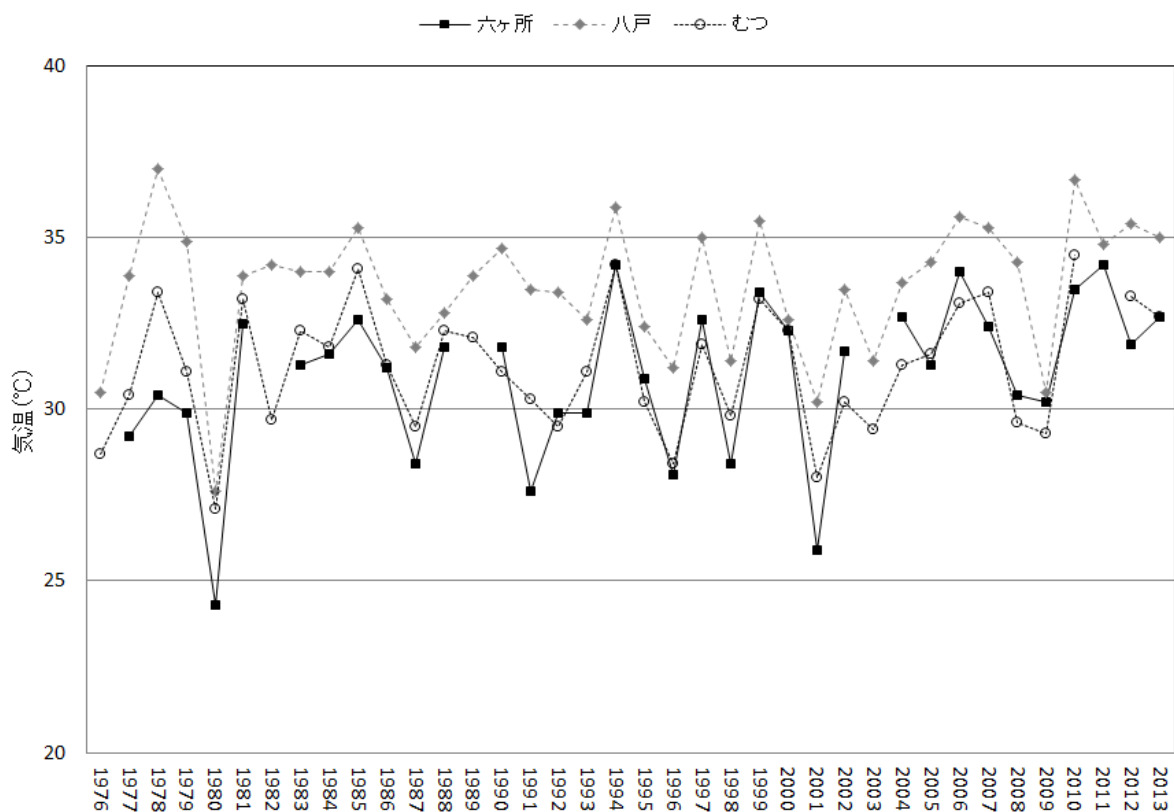


第3-3-1図 各官署における日最低気温の推移

【高温】

高温に関しては、敷地周辺の気象観測所の観測記録を適切に考慮する。むつ特別地域気象観測所、八戸特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所における日最高気温の推移を第3-3-2図に示す。これによると、むつ特別地域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値と近似し、かつ極値が六ヶ所地域気象観測所のそれを上回っている。このため、むつ特別地域気象観測所の日最高気温の観測記録をもとに設計外気温を設定している。

なお、設計外気温としての高温の考え方については、補足説明資料4-12に示す。



第3-3-2図 各官署における日最高気温の推移

【落雷】

再処理事業所敷地における落雷観測データを基に算定した再処理事業所内の最も高い構築物（再処理施設 主排気筒）への年超過頻度 10^{-4} ／年に相当する雷撃電流値は210kAと求まる（落雷補足説明資料3-2参照）。この値は、過去に本施設敷地及び敷地周辺で観測された落雷の最大雷撃電流211kAと同等である。落雷による想定最大雷撃電流は、過去の観測値に基づくとともに、安全余裕を見込んで270kAとしていることから、設定値は妥当である。

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 1 (9 条 その他)

地滑り影響評価

1. はじめに

本施設の主要な建物及び構築物を設置する敷地は、標高約 55 m の位置に造成している。ここでは、敷地及び周辺地域の過去の記録、現地調査等を参考にして、地滑りのおそれがないことを確認する。

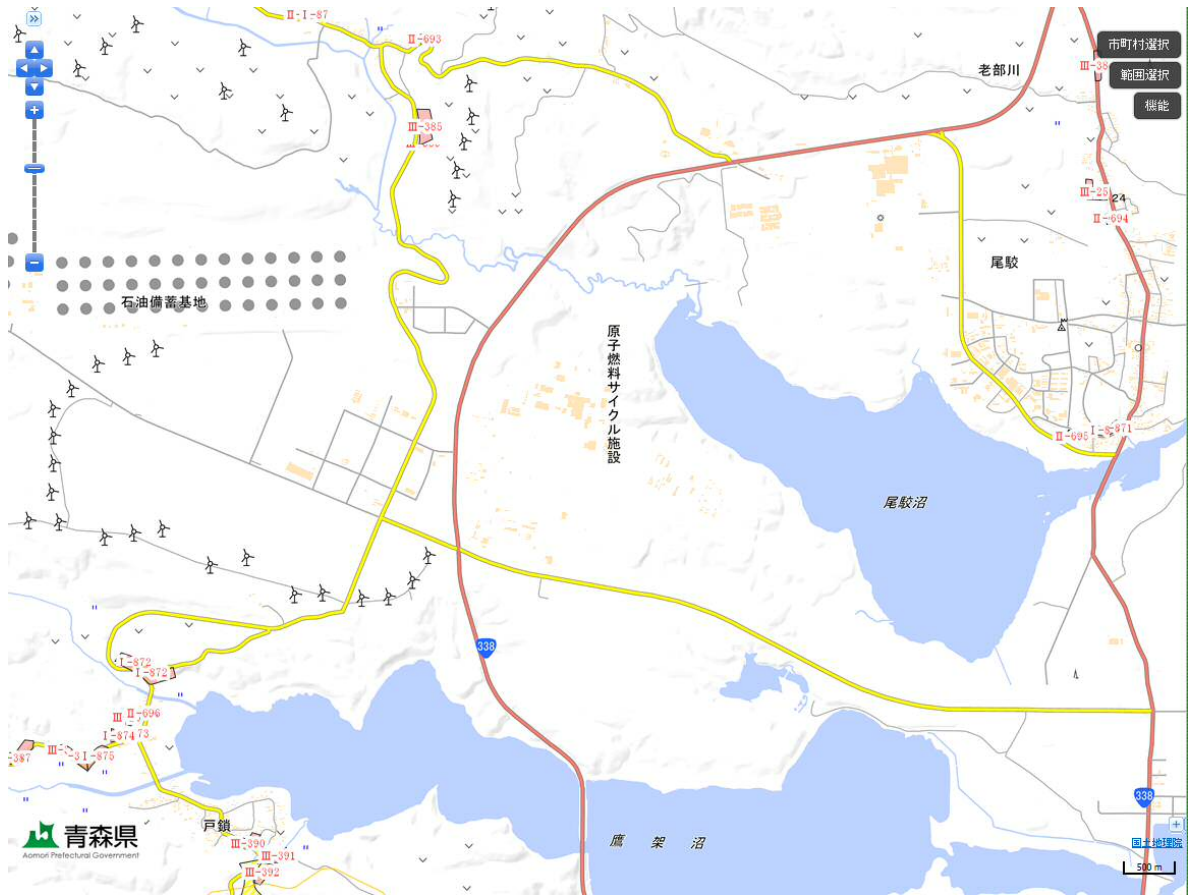
2. 周辺斜面評価

「土砂災害警戒区域等マップ」によると、本施設の敷地及びその近傍には土砂災害を起こすような急傾斜地崩壊危険箇所は存在しないため、本施設に影響が及ぶことはない。(第 4-1-1 図参照)

3. 地滑り地形分布

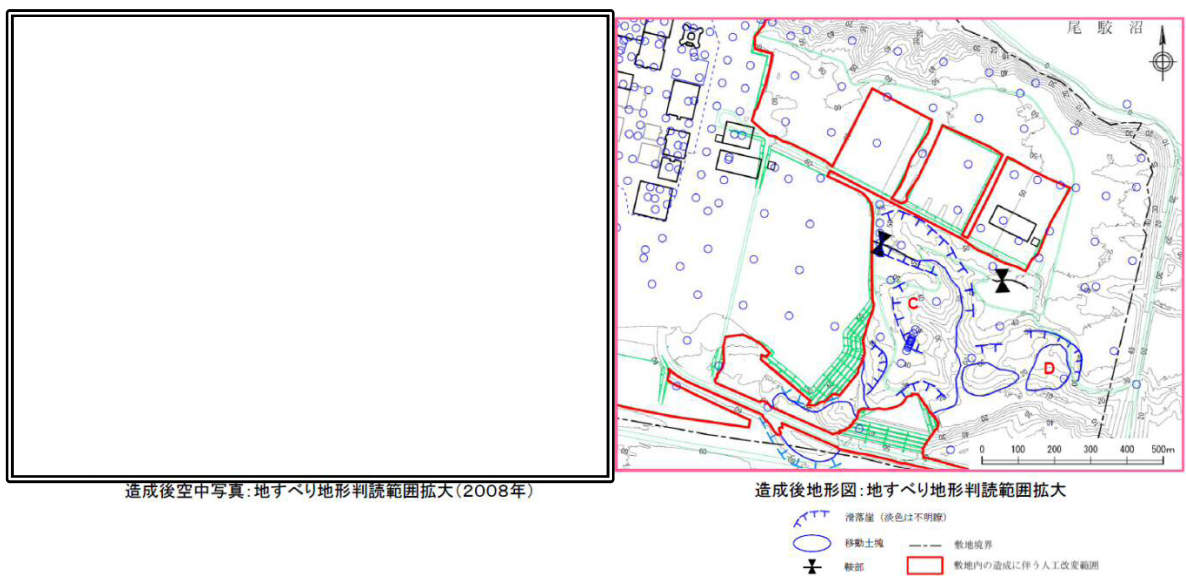
本施設設置位置付近は既に標高 55m に造成されており、地すべりのおそれのある急斜面は存在しない。

敷地南東部の東方へ流下する沢沿いに地すべり地形が判読されるが、現在の地形は、東方に流下する沢の西半部を盛土により造成しているため、本施設設置位置付近に地すべりのおそれのある急斜面は存在しない。(第 4-1-2 図参照)



第4-1-1図 土砂災害警戒区域等マップ⁽¹⁾

(1) 土砂災害警戒区域等マップ(青森県県土整備部河川砂防課)(<http://www.sabomap.jp/aomori/>)
 国土地理院-地理院地図(電子国土Web) (<http://maps.gsi.go.jp>)



第4-1-2図 敷地南東部の地形(造成後)

補 4-1-2

□ は核不拡散上の観点から公開できません。

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 2 (9 条 その他)

洪水影響評価

1. はじめに

本施設の主要な建物及び構築物は、造成高が標高約 55m で海岸からの距離も約 5 k m と遠い敷地に設置されている。本施設を設置する再処理事業所の敷地の状況及び周辺の河川の状況を調査し、洪水の影響があるような河川が周辺にないことを確認する。

2. 周辺敷地評価

本施設は標高約 55m に造成された敷地に設置し、二又川は標高約 5 m から約 1 m の低地を流れているため、本施設に影響を与える洪水は起こり得ない。



第 4-2-1 図 再処理事業所の周辺状況

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 3 (9 条 その他)

高温影響評価

1. はじめに

敷地付近で観測された日最高気温は、むつ特別地域気象観測所での観測記録（1935年～2018年3月）によれば34.7℃（2012年7月31日）、八戸特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）によれば37.0℃（1978年8月3日）である。設計上考慮する外気温度については、これらの観測値並びに敷地及び敷地周辺の観測値を適切に考慮するため、観測所気象年報からの六ヶ所地域気象観測所の観測値及びその超過確率を参考にし、安全機能を損なわない設計とする。

2. 敷地周辺評価及び確認結果

むつ特別地域気象観測所の夏季（6月～9月）の3時間毎の外気温度の観測データから算出する超過確率1%に相当する外気温度は、2013年から過去30年間の観測データを用いても、従来の約29℃と同じであり、従来の貯蔵施設の安全評価で設定した外気温度（高温）を変更する必要がないことを確認した。

第 4-3-1 表 日最高気温の順位（むつ特別地域気象観測所）

統計期間：1935 年～2018 年 3 月

順位	極値（℃）	記録された年月日
1	34.7	2012 年 7 月 31 日
2	34.5	2010 年 8 月 6 日
3	34.2	1994 年 8 月 12 日

※ 青字：1989 年 3 月以降の観測値

第 4-3-2 表 むつ特別地域気象観測所の夏季（6 月～9 月）の
3 時間毎の外気温度の観測データ（抜粋）

データを高温側
から順に並べる

順位をデータ点数
の合計で除した値

順位	年月日	時刻（時）	気温（℃）	超過確率（％）
285	2012 年 8 月 29 日	12	29.3	0.973427
286	2012 年 9 月 15 日	15	29.3	0.976843
287	2012 年 9 月 16 日	15	29.3	0.980258
288	2013 年 8 月 18 日	12	29.3	0.983674
289	1984 年 8 月 17 日	12	29.2	0.987089
290	1984 年 8 月 18 日	12	29.2	0.990505
291	1989 年 8 月 22 日	15	29.2	0.993920
292	1990 年 8 月 11 日	15	29.2	0.997336
293	1990 年 8 月 31 日	12	29.2	1.000751
294	1990 年 9 月 2 日	15	29.2	1.004167
295	1995 年 7 月 28 日	12	29.2	1.007582
296	1998 年 8 月 24 日	12	29.2	1.010998
297	1999 年 8 月 1 日	18	29.2	1.014414
298	1999 年 8 月 9 日	18	29.2	1.017829

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 4 (9 条 その他)

塩害影響評価

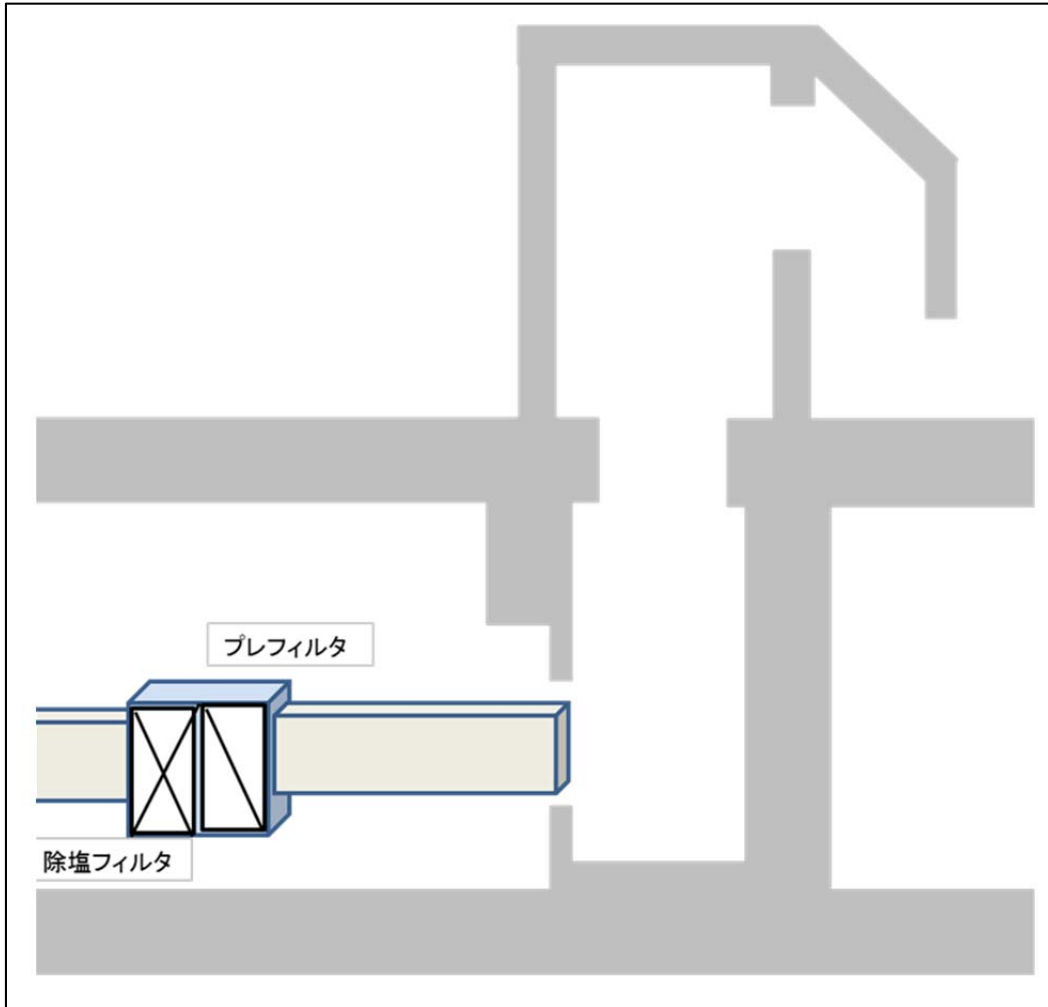
1. はじめに

本施設は海岸から約5km離れており、塩害の影響は小さいと考えられるが、換気設備の給気フィルタユニットへの除塩フィルタの設置等により、安全機能を損なわないよう設計する。

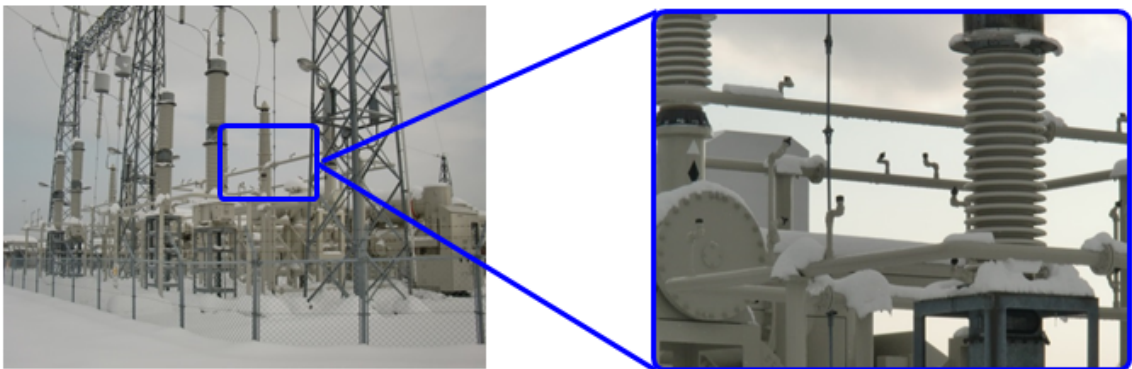
影響評価対象施設は安全機能を有する施設のうち、外気に接しており、塩害のおそれがある換気設備及び受変電設備とする。

2. 対策の概要

換気設備の給気フィルタユニットには除塩フィルタを設置し、屋内の施設への塩害の影響を防止する設計とする。(第4-4-1図) 屋外の施設にあっては、受変電設備の碍子部分の絶縁を保つために洗浄が行える設計とする。(第4-4-2図)



第 4-4-1 図 換気設備の給気フィルタユニットにおける防食
対策概要図
(フィルタによる塩分除去)



第 4-4-2 図 受変電設備全景

補 4-4-2

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 5 (9 条 その他)

建屋内に設置される安全機能を有する施設の 塩害対策について

1. はじめに

本施設では、塩害に対する考慮として、換気設備の給気フィルタユニットに除塩フィルタを設置し、建屋内の施設への塩害の影響を防止する設計としている。ここでは、中国電力株式会社 島根原子力発電所 2号機にて発生した中央制御室空調換気系ダクト腐食事象を踏まえ、原子力規制庁より発出された指示「中央制御室空調換気系ダクト等の点検調査について（口頭指示）（平成 29 年 1 月 18 日付）」に基づき再処理施設にて行われた調査結果を踏まえ、本施設の塩害対策が妥当であることを示す。

2. 指示に基づく再処理施設にて行われた調査内容

(1) 点検調査対象

- ①再処理施設制御建屋中央制御室換気設備の非常用循環系ダクトおよびこれらの系統に接続されているダクト
- ②再処理施設使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室換気設備のダクト

(2) ダクトの点検調査方法

直接目視による外観点検により腐食孔等の機能・性能に影響を及ぼす異常の有無を確認した。保温材が施工されたダクトは保温材を取り外して点検調査した。

ダクトを直接目視により点検調査できない箇所については、同一環境下または近傍におけるダクト腐食状況等から評価を行うことで点検範囲全体を網羅的に確認した。

(3) 調査結果

直接目視による外観点検調査の結果、いずれの換気設備ダクトにおいても、機能・性能に影響を及ぼす異常がないことを確認した。表-1に示すとおり、再処理施設使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室換気設備の外気取入口および制御室給気ユニットの前段で錆を確認したものの、腐食孔は確認されず、機能・性能に影響を及ぼす異常でないことを確認した。また、制御室給気ユニットの後段では錆は確認されなかった。なお、直接目視による点検調査が出来ない箇所については、その近傍において直接目視による外観点検調査にて機能・性能に影響を及ぼす異常がないことを確認した箇所と同質材料が使用されているとともに、同一空気雰囲気下にあることから、機能・性能に影響

響を及ぼす異常はないものと判断した。

3.ダクトの点検調査を踏まえた考察

(1) 制御室換気設備の給気フィルタと塩害防止効果

- ・再処理施設制御建屋中央制御室換気設備の給気には，表-2，図-1に示すとおりプレフィルタが設置されている。
- ・再処理施設使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室換気設備の給気には，表-2，図-2に示すとおりプレフィルタが設置されている。
- ・2.に示す調査結果では，プレフィルタ後段には，錆等の有害な塩害の影響が確認されておらず，プレフィルタの塩害防止機能が機能していることを確認している。

(2) 本施設における塩害対策

- ・燃料加工建屋の換気設備の給気系には，図-3に示すとおりプレフィルタ，除塩フィルタを設置する。
- ・2.に示す再処理施設で実施した調査結果より，プレフィルタの塩害防止機能が確認されており，かつ表-3に示すとおり除塩フィルタはプレフィルタよりも粒子除去効率が高く，より塩害防止効果が高いと考えられることから，安全機能を有する施設を設置する建屋の塩害対策は妥当と考える。

表-1 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室換気設備の
制御室給気ユニット前段・後段の腐食状況

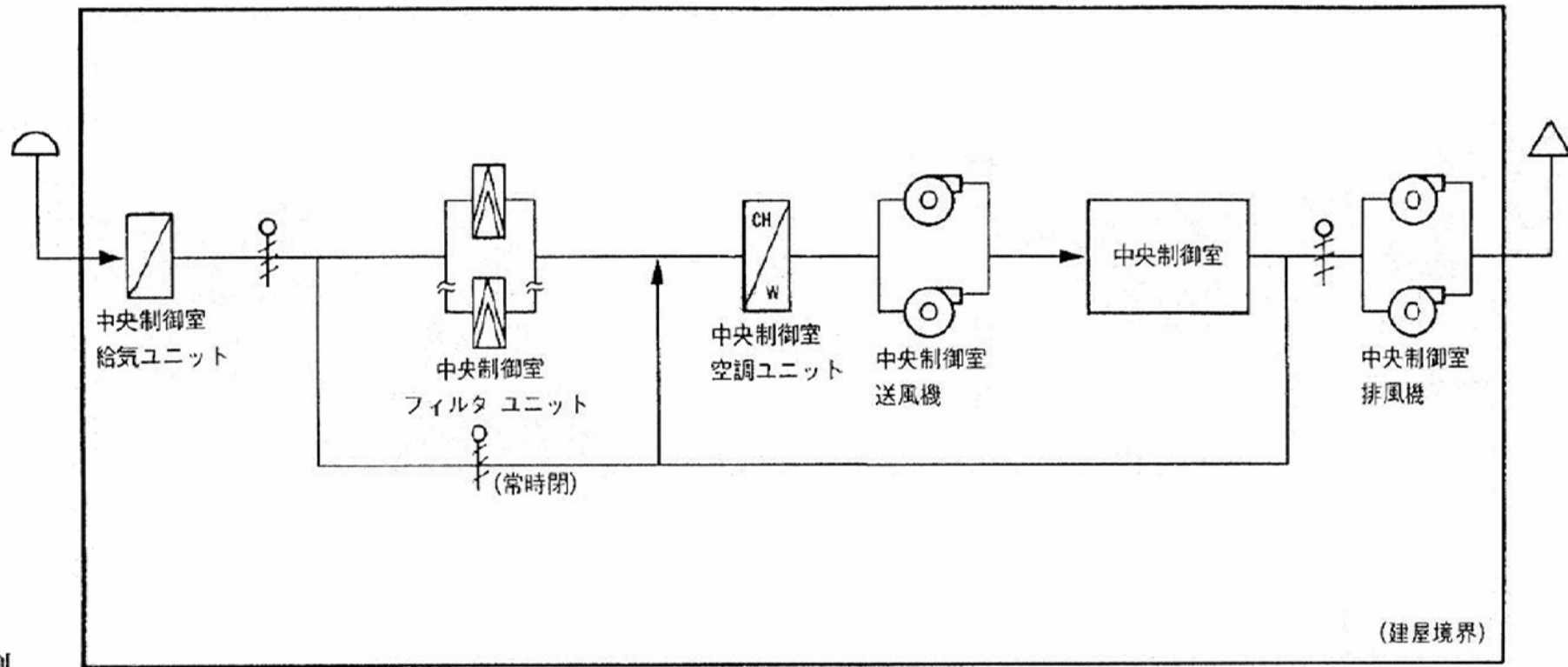
代表箇所写真	解説
	<p>制御室給気ユニット（プレフィルタ）の前段(内部)</p> <p>機能・性能に影響を及ぼす異常なし(錆あり。貫通しておらず、機能・性能には影響しない。)</p>
	<p>制御室給気ユニット（プレフィルタ）の前段(外部)</p> <p>機能・性能に影響を及ぼす異常なし(錆あり。貫通しておらず、機能・性能には影響しない。)</p>
	<p>制御室給気ユニット（プレフィルタ）の後段(外部)</p> <p>機能・性能に影響を及ぼす異常なし(錆なし)</p>

表-2 再処理施設の各設備の給気系に設置するフィルタ

建屋	機器	設置フィルタ
制御建屋中央制御室	中央制御室空調ユニット	プレフィルタ
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室	制御室給気ユニット	プレフィルタ

表-3 本施設における各フィルタ仕様（捕集効率）

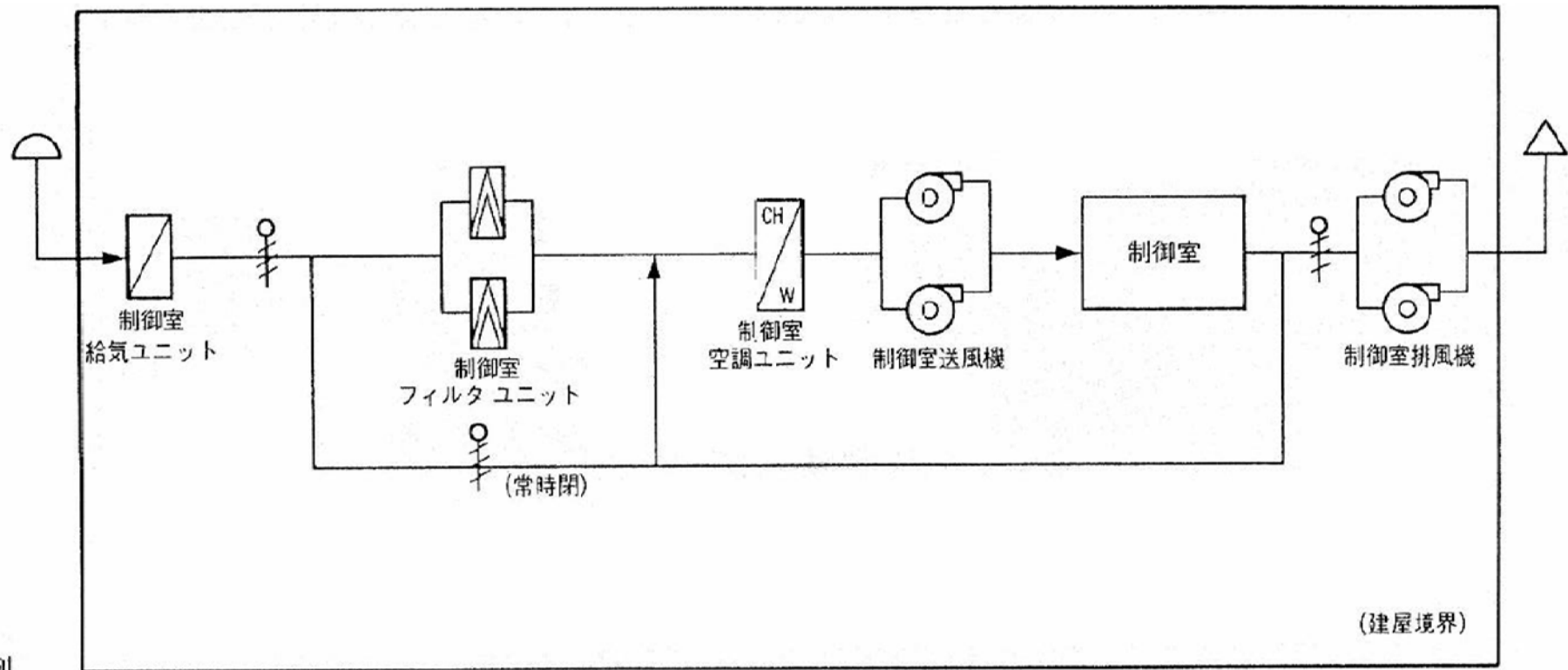
フィルタ名称	捕集効率
プレフィルタ	JIS B 9908に規定される試験方法で、重量法で85%以上
除塩フィルタ	JIS B 9908に規定される試験方法で、比色法で95%以上



凡例

	送・排風機		外気取入口
	プレ フィルタ		外気放出口
	粒子フィルタ		給・排気ライン
	高性能粒子フィルタ		ダンパ
	フィルタの複数設置		冷水冷却コイル

図-1 制御建屋中央制御室換気設備系統概要図



凡例

	送・排風機		外気取入口
	プレ フィルタ		外気放出口
	粒子フィルタ		給・排気ライン
	高性能粒子フィルタ		ダンバ
	冷水冷却コイル		

注) 本範囲の設備は、使用済燃料の受入れ及び貯蔵に必要な設備である。

図-2 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋制御室換気設備系統概要図

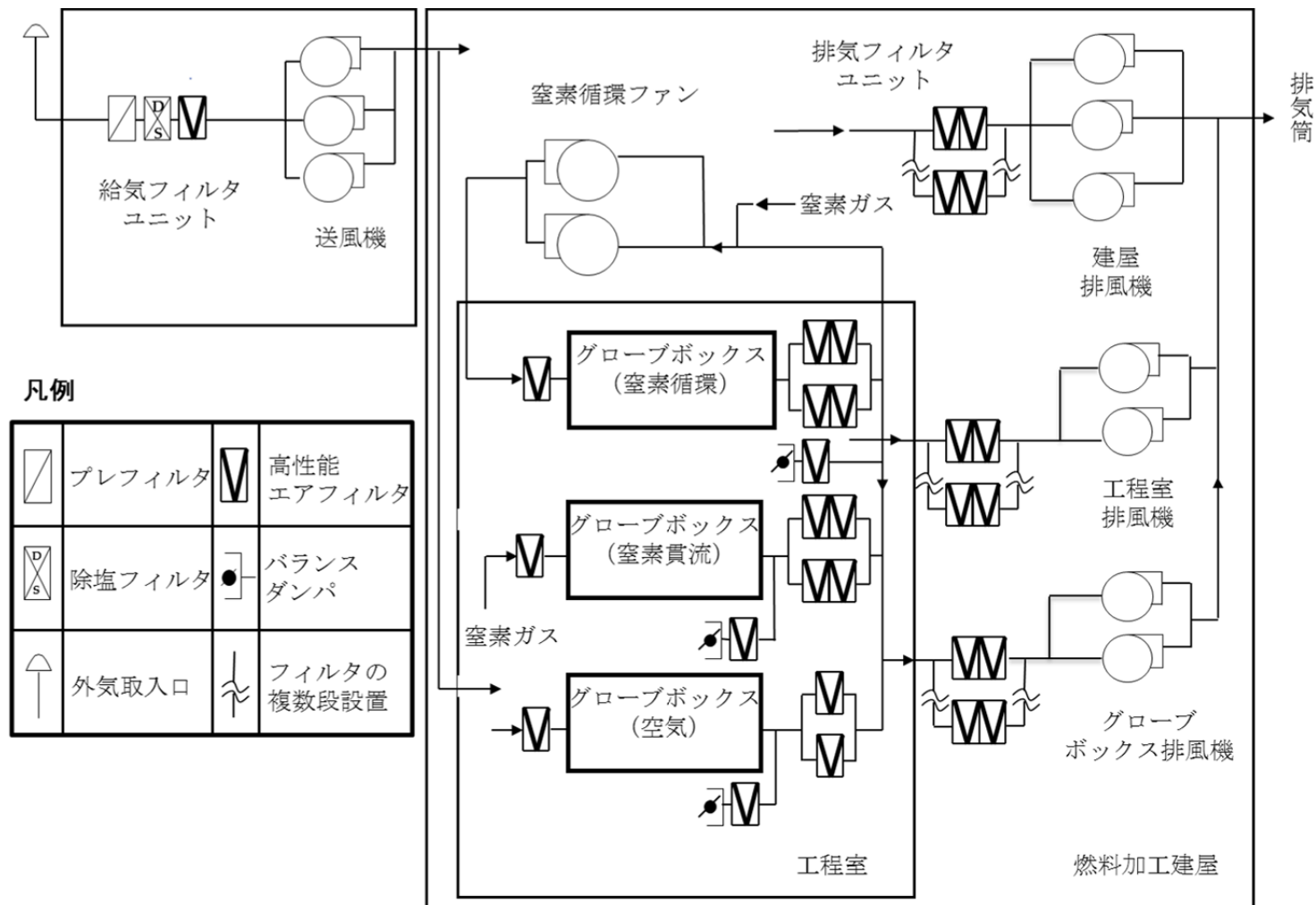


図 - 3 燃料加工建屋換気設備系統概要図

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 6 (9 条 その他)

塩害防護措置のうち防食処理及び碍子洗浄の実効性評価

1. はじめに

一般に大気中の塩分量は，平野部で海岸から 200m 付近までは多く，数百 m の付近で激減する傾向がある（第 4-6-1 図）。

本施設は海岸から約 5 km 離れており，塩害の影響は小さいと考えられるが，屋外の施設にあっては，受変電設備の碍子部分の絶縁を保つために洗浄が行える設計とする。以上のことから，塩害により安全機能を損なわない設計とする。

2. 塩害防護措置の実効性評価

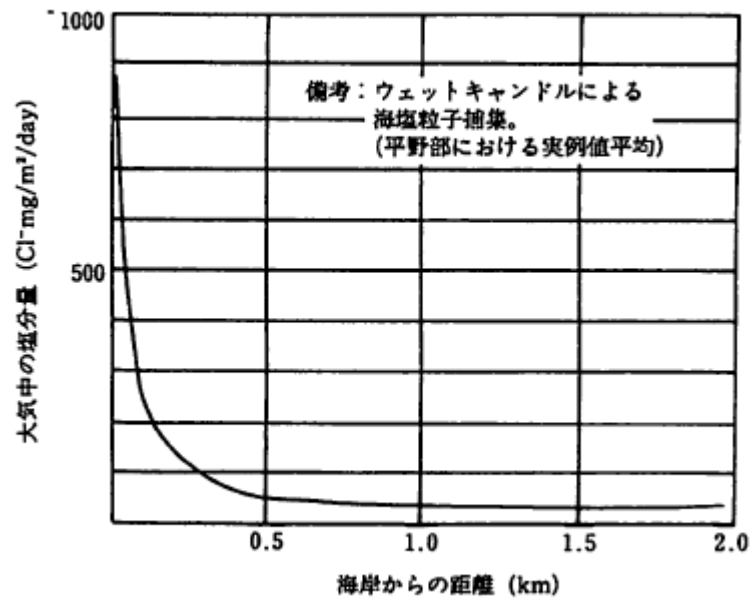
2. 1 受変電設備の碍子部分の洗浄

受変電設備の碍子部分の洗浄は通常運転の一環として行っており，塩分付着量が管理値である $0.07\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下になるよう管理を行っている。（第 4-6-1 表参照）

以上のことから，塩害防護措置の実効性があることを確認している。

第 4-6-1 表 2019 年 8 月における
受変電設備の碍子部分の塩分付着量推移

月	日付	塩分付着量(mg/cm ²)	備考
8	1	0.006	
	2	0.006	
	3	0.006	
	4	0.006	
	5	0.007	
	6	0.007	
	7	0.007	
	8	0.007	
	9	0.008	
	10	0.010	
	11	0.000	洗浄実施
	12	0.002	
	13	0.002	
	14	0.004	
	15	0.005	
	16	0.007	
	17	0.000	洗浄実施
	18	0.001	
	19	0.002	
	20	0.002	
	21	0.002	
	22	0.004	
	23	0.004	
	24	0.005	
	25	0.006	
	26	0.006	
	27	0.006	
	28	0.007	
	29	0.007	
	30	0.000	洗浄実施
	31	0.000	



第 4-6-1 図 海岸からの距離と海塩粒子飛来量の関係⁽¹⁾

(1) 外川靖人：ウエザリング技術研究成果発表会 大気の腐食性の分類システム（試案）

p65, 2000 年 11 月

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 7 (9 条 その他)

自然現象の重畳について

1. はじめに

事業許可基準規則の解釈第9条第3項及び第5項において、設計上の考慮を要する自然現象の組合せについて要求がある。重畳の検討についての概略を以下に示す。

【検討手順概略】

- ① 整理資料本文4.1「自然現象の抽出」にて、安全機能を有する施設の安全機能に影響を及ぼし得る自然現象)として選定した自然現象11事象(風(台風), 竜巻, 凍結, 高温, 降水, 積雪, 落雷, 火山の影響, 生物学的事象, 森林火災及び塩害)に, 地震を加え, 12事象を組合せ対象として設定。
- ② 自然現象ごとに影響モード(荷重, 閉塞, 温度等)を整理し, 事象の特性(相関性, 発生頻度等)を踏まえて全ての組合せを網羅的に検討し, 影響が増長する組合せを特定。組合せを考慮した場合に本施設に与える影響パターンを以下のa. ~ d. の観点で分類。

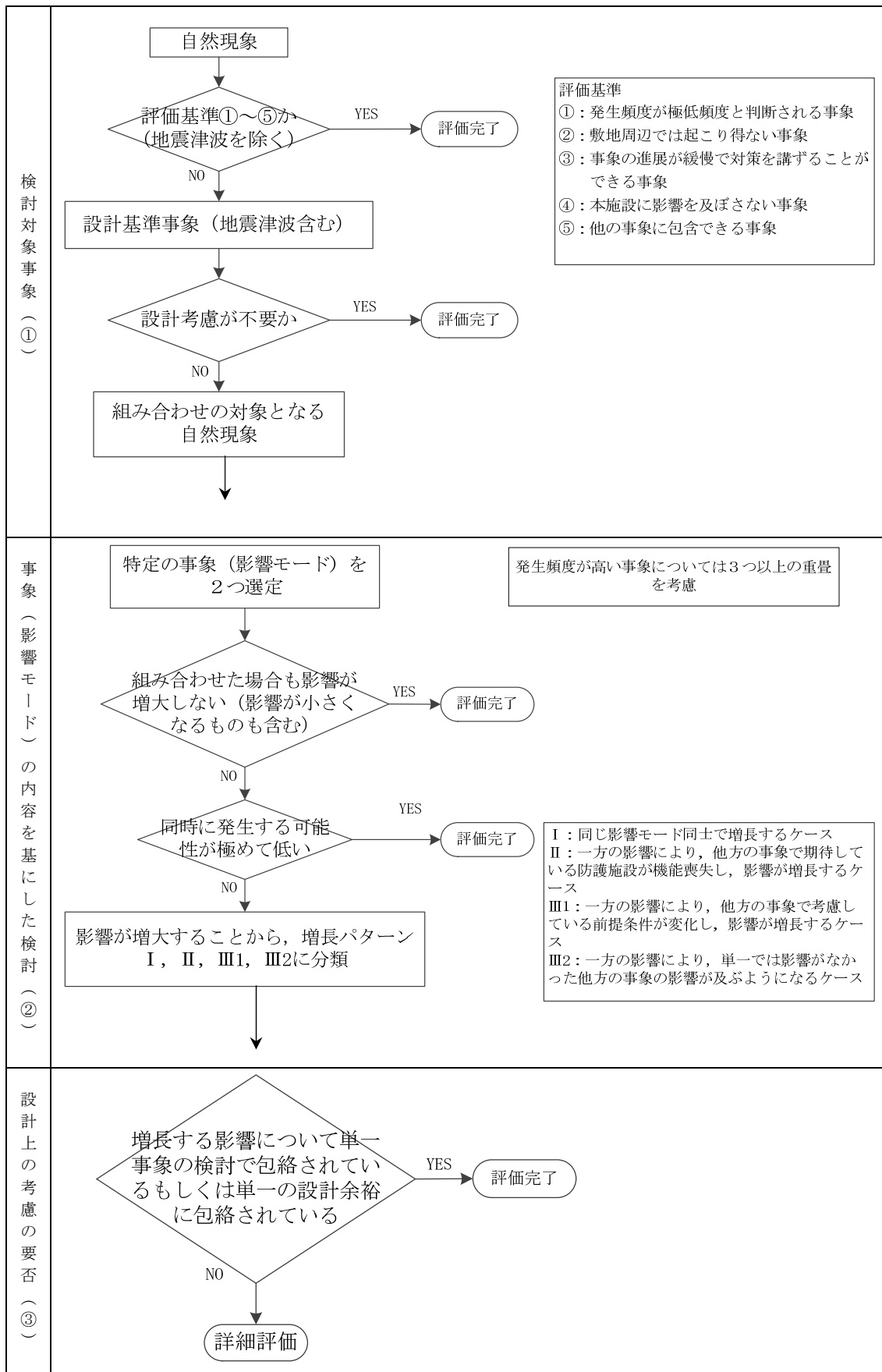
第4-7-1表 本施設に与える影響パターン

影響パターン	自然現象の重畳から除外する 組み合わせ
a. 組み合わせた場合も影響が増長しないもの（逆に影響が小さくなるものを含む）	③いずれかの事象に代表される組み合わせ ④本施設に及ぼす影響が異なる組み合わせ ⑤それぞれの荷重が相殺する組み合わせ
b. 同時に発生する可能性が極めて低いもの	①重畳が考えられない組み合わせ ②いずれの事象も発生頻度が低く重畳を考慮する必要がない組み合わせ
c. 増長する影響について、個別の事象の検討で包絡されている、若しくは個別の事象の設計余裕に包絡されているもの	⑥一方の事象の条件として考慮されている組み合わせ
d. c以外で影響が増長するもの	①～⑥のいずれにも該当しない

影響が増長するケース（上記c及びd）については、それらを4つのタイプに分類し、新たな影響モードが生じるモードについても考慮。

- ③ 影響が増長するケースに対し，影響度合いを詳細検討し，設計上の考慮や安全設備の防護対策が必要となった場合は対策を講ずる。

第4-7-1図に自然現象の組合せ事象の評価フローを示す。フロー内の各タスクの詳細については2.以降で説明する。



第4-7-1図 自然現象の組合せの評価 (フローチャート)

2. 検討対象事象

検討対象とする事象は、文献より抽出された自然現象55事象のうち、本施設で設計上の考慮をすることとして抽出された11事象に、地震を加え、以下の12事象とする。

- 1 地震
- 18 風（台風）
- 19 竜巻
- 22 降水
- 26 落雷
- 27 森林火災
- 29 高温
- 30 凍結
- 39 火山の影響
- 41 積雪
- 43 生物学的事象
- 45 塩害

3. 事象の特性の整理

3. 1 相関性のある自然現象の特定

自然現象は、特定の現象が他の現象を誘発したり、同様の原因（低気温時に頻発等）を有したりするなどの因果関係を有し、同時期に発生する事象群が存在する。これらの相関性を持つ自然現象を特定する。相関性のある自然現象を抽出した結果を第4-7-2表に示す。

一方、森林火災、生物学的事象は、各事象が独立して発生す

るものであることから、相関性はないものとする。

第4-7-2表 相関性のある自然現象

相関タイプ	自然現象
①低温系	凍結，積雪
②高温系	高温
③風水害系	降水，風（台風）又は竜巻※，落雷， 塩害
④地震系（地震）	地震
⑤地震系（火山）	地震，火山の影響

※：風（台風）と竜巻は特定の箇所と同時に負荷がかからないため、どちらか一方のみを考慮する

3. 2 影響モードのタイプ分類

組合せを考慮するに当たって、自然現象の影響モードを第4-7-3表のタイプごとに分類する。ただし、第4-7-3表で分類されている自然現象は現象ごとに大枠で分類したものであり、実際に詳細検討する際には各現象の影響モードごとに検討する。

ここで生物学的事象については、鳥類，昆虫類，動物（ネズミ等）で影響タイプが異なるため、分けて考慮する。

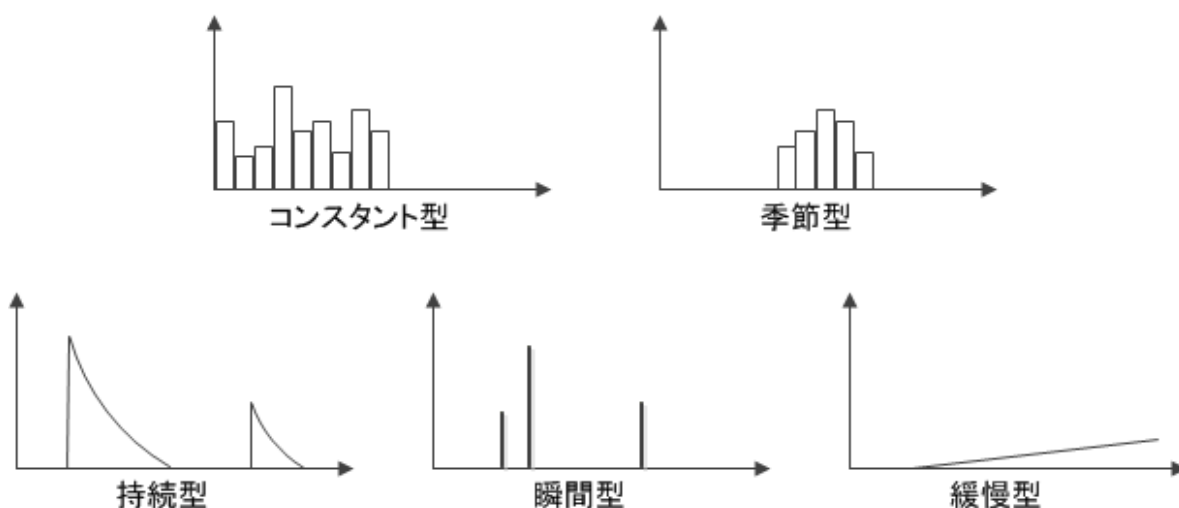
第4-7-3表 影響モードのタイプ分類

影響タイプ	特性	現象
コンスタント型, 季節型	年間を通して本施設に影響を及ぼすような自然現象（ただし、常時負荷がかかっているわけではない） 若しくは特定の季節で恒常的な自然現象	凍結，降水，積雪，生物学的事象（鳥類，昆虫類），風（台風），高温
持続型	恒常的ではないが、影響が長期的に持続するような自然現象。 影響持続時間が長ければ数週間に及ぶ可能性があるもの	火山の影響
瞬間型	瞬間的にしか起こらないような自然現象。 影響持続時間が数秒程度（長くても数日程度）のもの。	地震，生物学的事象（げっ歯類），竜巻，森林火災，落雷
緩慢型	事象進展が緩慢であり、本施設の運転に支障を来すほどの短時間での事象進展がないと判断される自然現象。	塩害

※複数の型が該当する自然現象は、保守的な型を割り当てる（上

が保守的)。

例えば風(台風)について、風圧力は瞬間型だが、作業性などの検討においては定常的な負荷が想定されるため、コンスタント型に分類。



第 4-7-2 図 影響モード分類

4. 重畳影響分類

4. 1 重畳影響分類方針

「2. 検討対象」で選定した自然現象の組合せに対して網羅的に検討を実施する。

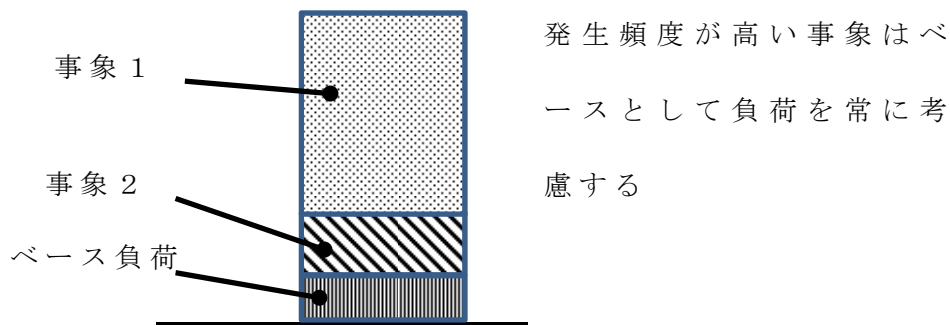
例えば瞬間型同士の重畳については、同時に発生する可能性が極めて小さいことから基本的には重畳を考慮する必要がないが、影響モードや評価対象設備によっては影響持続時間が長くなることがあるため、個別に検討が必要となる。(例: 竜巻の直接的な影響は瞬間型だが、竜巻により避雷設備が壊れた場合には避雷設備が修復されるまで影響が持続する。そのため、竜巻と落雷は両方とも瞬間型に分類されるが、重ね合わせを考

慮する必要がある。)

また、組合せを考慮する事象数、規模及び相関性をもつ自然現象への配慮について以下に示す。

① 事象数

影響が厳しい事象が重畳することは稀であることから、基本的には2つの事象が重畳した場合の影響を検討する。ただし、発生頻度が高い事象については、考慮する組合せに関係なく、ベースとして負荷がかかっている状況を想定する（第4-7-3図参照）。例えば、火山の影響との組合せを考慮する場合も、ベース負荷として凍結、積雪、降水、風の影響についても考慮する。



第4-7-3図 ベース負荷の考え方

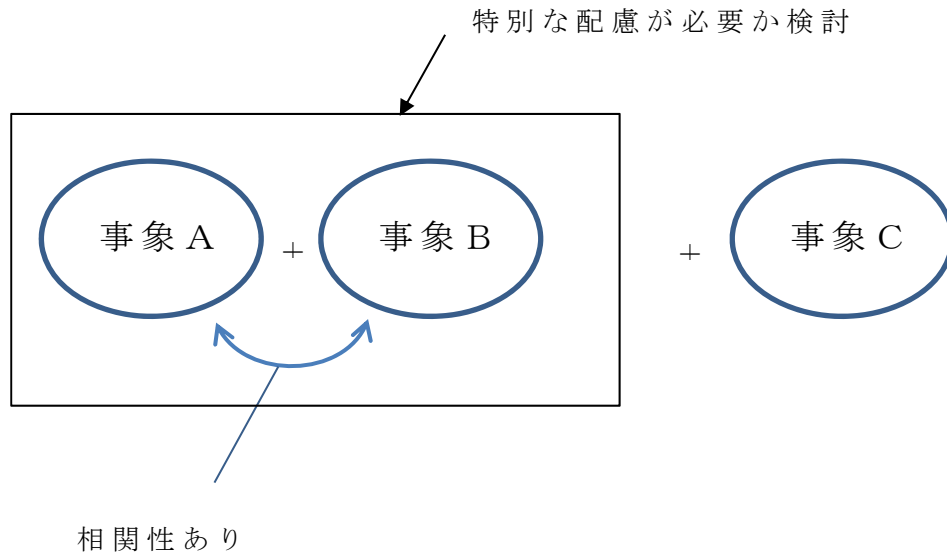
② 規模

設計への考慮や防護対策が必要となった組合せについて、組み合わせた事象の規模を想定し設計に反映する。

③ 相関性を持つ自然現象への配慮

4. 1①のとおり、相関性を持つ自然現象は同時に発生することを想定し、相関性を持つ事象のセット+他事象の組合せを考慮する（第4-7-4図参照）。相関性を持つ事象のセット+他事象を検討するための前処理として、相関性を持つ事

象のセット内で単一事象時に想定している影響モード以外の新たな影響モードの有無及び増長されるモードの有無を確認し、特別な配慮が必要か検討した結果を以下に示す。



第4-7-4図 相関性を持つ自然現象への配慮

各自然現象について、影響モードの相関評価を行う。

・ 低温系，高温系

低温系，高温系の影響モードを第4-7-4表に示す。

凍結と積雪には電氣的影響（短絡）の影響モードが存在し、重畳により送電線の相間短絡の可能性が高まるが、相間短絡により発生する事象は外部電源喪失であり、非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。

凍結と高温には温度の影響モードが存在するが、これらは同時に影響を与える気象状況は考えられないため、設計上の考慮は不要である。

なお、電氣的影響以外は同一の影響モードがなく、重畳した

場合も影響が増長することや、新たな影響モードが発生することはない。

第4-7-4表 低温系，高温系の影響モード

自然現象		影響モード
低温系	凍結	温度，電氣的影響（着氷による短絡）
	積雪	荷重，電氣的影響（着雪による短絡）， 閉塞
高温系	高温	温度

・風水害系

風水害系の影響モードを第4-7-5表に示す。

風（台風）と竜巻は同じ荷重（風，飛来物）の影響モードが存在するが，竜巻の設計風速が風（台風）より大きいことから，風（台風）の荷重は竜巻評価に包含される。

また，竜巻に伴う落雷対策への影響については，避雷設備が損傷する可能性があるが，落雷以外の事象への影響は存在しない（他事象との重畳を評価する際には考慮不要）。

第4-7-5表 風水害系の影響モード

自然現象		影響モード
風水害系	降水	浸水，荷重
	風（台風）	荷重（風，飛来物）
	竜巻	荷重（風，飛来物，気圧差）
	落雷	電氣的影響（サージ及び誘導電流，過電圧，直撃雷）
	塩害	電氣的影響（短絡）

・地震系（地震）

地震系（地震）の影響モードを第4-7-6表に示す。

重畳することで影響が増長されるような影響モードは存在しない。

第4-7-6表 地震系（地震）の影響モード

自然現象		影響モード
地震系	地震	荷重（地震）

・地震系（火山）

地震系（火山）の影響モードを第4-7-7表に示す。

火山性地震とそれ以外の影響については、敷地と火山に十分な離隔があることから、火山性地震と同時にそれ以外の火山の影響が本施設に襲来する可能性は低く、ある程度の時差をもって襲来するものと思われる。

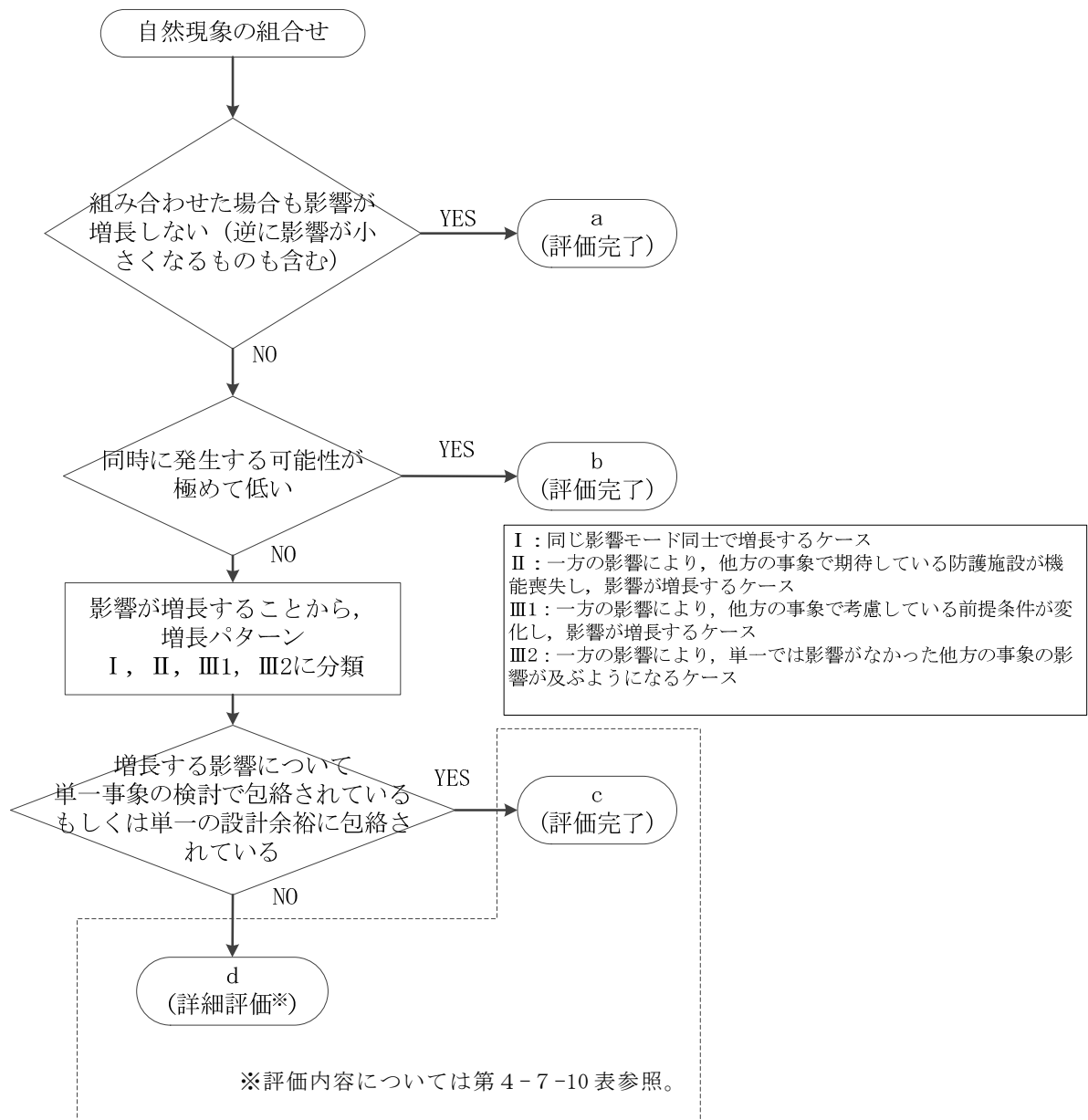
第4-7-7表 地震系（火山）の影響モード

自然現象		影響モード
地震系	地震	荷重（地震）
	火山の影響	荷重（堆積），電気的影響（付着），閉塞（吸気等），腐食

以上より，相関性をもつ事象のセットについて，単一事象時に想定している影響モード以外の新たな影響モードがないこと，増長される影響モードが存在しないことが確認されたため，相関性をもつ事象のセット＋他事象での増長する影響を確認する際に，相関性をもつ事象について特別に配慮する必要はない。

4. 2 影響パターン

組合せを考慮した場合に本施設に与える影響パターンを以下の3つの観点で分類した。



第4-7-5図 影響パターン選定フロー

上記 a , b に該当する自然現象の組合せについては、安全機能を有する施設の安全機能が損なわれない。

また、発生頻度が極めて低い事象（地震、竜巻、火山）同士について、事象が重畳する可能性について第4-7-8表、第4-7-9表に整理した。

第4-7-8表 事象の組合せ

		事象 2		
		地震	竜巻	火山
事象 1	地震		①	②
	竜巻	③		④
	火山	⑤	⑥	

第4-7-9表 事象の継続時間及び発生頻度

		事象の継続時間	発生頻度 (年 ⁻¹)
事象 1	地震	短 (150秒程度)	$10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度 ^{※1}
	竜巻	短 (15秒程度) ^{※2}	5.3×10^{-9} ^{※3}
	火山の影響	長 (30日程度)	5.5×10^{-6} ^{※4}

※1 第7条 地震 整理資料 2.1.3.2 項「動的地震力」より

※2 竜巻影響エリア $\phi = 130\text{m}$ に最大接線風速半径 $R_m = 30\text{m}$ の2倍を加えた距離を、竜巻の移動速度 $V_t = 15\text{m/s}$ で横切る時間

※3 風速 100m/s に相当する年超過確率をハザード曲線より読み取り

※4 北八甲田火山群の噴火年代 (28~18万年前) の逆数

① 地震（事象１）と竜巻（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

② 地震（事象１）と火山（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

③ 竜巻（事象１）と地震（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。ただし，竜巻により安全機能を有する施設の耐震性に悪影響を及ぼす場合は，必要に応じて本施設を停止し，補修を行うことで，事象の影響の重畳を防止する。

④ 竜巻（事象１）と火山（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑤ 火山（事象１）と地震（事象２）の組合せについて

両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

⑥ 火山（事象１）と竜巻（事象２）の組合せについて

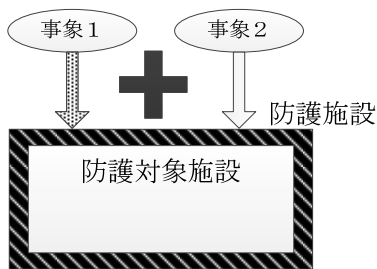
両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

い。

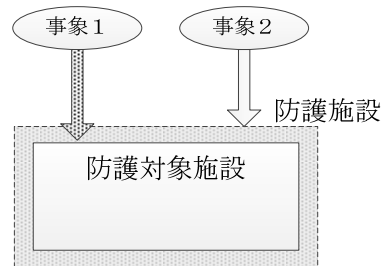
よって、発生頻度が極めて低い事象同士については、重畳を考慮する必要はない。

上記 c, d に該当する自然現象の組合せについては、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となるが、その増長する影響パターンについては第4-7-6図のとおり4つに分類した。

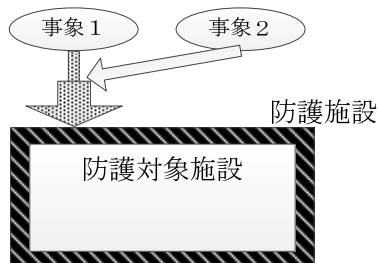
I. 各事象から同じ影響がそれぞれ作用し重ね合わさって増長するケース



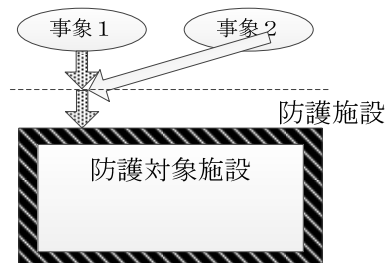
II. 事象2により防護施設が機能喪失することにより事象1の影響が増長するケース



III1. 他の事象の作用により前提条件が変化し、影響が増長するケース



III2. 他の事象の作用により影響が及ぶようになるケース



第4-7-6図 重畳による増長パターン分類

4. 3 重畳影響分類結果

事象の重畳影響について4. 2に基づき，a，b，c，dに分類（c，dについてはさらにⅠ，Ⅱ，Ⅲ1，Ⅲ2に分類）した結果について第4-7-10表，第4-7-11表に示す。

5. 詳細評価

本施設への影響が想定される重畳（4. 2でc，dに分類されたもの）について，第4-7-11表に示した個別検討結果より，抽出された組合せは以下となる（事象1×事象2の順）。

- ・地震（荷重）×積雪（荷重）
- ・地震（荷重）×風（台風）（荷重）
- ・積雪（荷重）×地震（荷重）
- ・積雪（荷重）×火山（荷重）
- ・積雪（荷重）×竜巻（荷重）
- ・火山（荷重）×積雪（荷重）
- ・火山（荷重）×風（台風）（荷重）
- ・風（台風）（荷重）×地震（荷重）
- ・風（台風）（荷重）×火山（荷重）
- ・竜巻（荷重）×積雪（荷重）

上記10対の組合せは，事象1と事象2を入れ替えたとしても発生する事象は同一であることから，互いを統合する。よって，以下の組合せについて，設計上考慮することとする。

- 地震（荷重）×積雪（荷重）※
- 地震（荷重）×風（台風）（荷重）
- 火山（荷重）×積雪（荷重）

➤ 火山（荷重）×風（台風）（荷重）

➤ 竜巻（荷重）×積雪（荷重）※

（※風（荷重）×積雪（荷重）も設計で考慮するが，評価は地震（荷重）×積雪（荷重）または竜巻（荷重）×積雪（荷重）に包絡する。）

6. アクセシ性，居住性

自然現象が安全機能を有する施設に及ぼす影響としては，荷重だけでなく，アクセシ性及び視認性に対する影響も考えられることから，これらの観点についても影響を評価する。

評価結果については，補足説明資料 1 - 2 に示す。

以 上

第 4-7-10 表 自然現象の重畳マトリックス (1 / 2)

事象 1 事象 2		自然現象		凍結		高温	降水		地震	積雪			火山の影響			
		設備の損傷・機能喪失モード		温度	電氣的影響	温度	浸水	荷重	荷重	荷重	電氣的影響	閉塞 (吸気)	荷重	閉塞 (吸気)	腐食	電氣的影響
自然現象	設備の損傷・機能喪失モード															
凍結	温度	屋外機器内部流体の凍結			a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響	着氷による送電線の相間短絡			a	a	a	a	a	d (I)	a	a	a	a	a	d (I)
高温	温度	熱除去効率低下	a	a		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
降水	浸水	設備の浸水	a	a	a			a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	荷重 (堆積)	a	a	a			a	a	a	a	c (III 1, 2)	a	a	a	a
地震	荷重	荷重 (地震)	a	a	a	a	a			d (III 1)	a	a	b	a	a	a
積雪	荷重	荷重 (堆積)	a	a	a	a	a			d (III 1)			d (I)	a	a	a
	電氣的影響	着雪による送電線の相間短絡	a	d (I)	a	a	a	a					a	a	a	d (I)
	閉塞 (吸気)	給気フィルタ等の閉塞	a	a	a	a	a	a					a	a	a	a
火山	荷重	荷重 (堆積)	a	a	a	a	c (III 1)	b	d (I)	a	a					
	閉塞 (吸気)	給気フィルタの閉塞*	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
	腐食	腐食成分による化学的影響	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
	電氣的影響	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡	a	d (I)	a	a	a	a	a	d (I)	a					
生物学的事象	電氣的影響	げっ歯類によるケーブル類の損傷	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
風	荷重	荷重 (風)	d (III 1)	a	a	a	a	d (I)	d (III 1)	a	d (III 1)	d (III 1)	a	a	a	a
		荷重 (飛来物)	a	a	a	a	a	c (I)	a	a	a	a	a	a	a	a
竜巻	荷重	荷重 (風)	d (III 1)	a	a	a	a	b	d (III 1)	a	d (III 1)	a	a	a	a	a
		荷重 (飛来物)	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a
		荷重 (気圧差)	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a
森林火災	温度	輻射熱	a	a	c (III 1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞 (吸気)	給気フィルタ等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	a	d (I)	a	a	a	a	a
落雷	電氣的影響	安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な回路に発生するノイズ	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
		直撃雷	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a
		誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
塩害	電氣的影響	海塩による送電線の相間短絡	a	d (I)	a	a	a	a	a	d (I)	a	a	a	a	a	d (I)
	腐食	海塩の付着による腐食	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c (I)	a	a

※大規模な噴火があり、敷地に降灰が予想される際は、全工程停止、全送排風機停止等の措置を講ずることを考慮。

第 4-7-10 表 自然現象の重畳マトリックス (2 / 2)

事象 1 \ 事象 2		自然現象		生物学的事象		風			竜巻			森林火災		落雷			塩害	
		設備の損傷・機能喪失モード		電氣的影響	荷重 (風)	荷重 (飛来物)	荷重 (風)	荷重 (飛来物)	荷重 (気圧差)	温度	閉塞 (吸気)	電氣的影響 (ノイズ)	電氣的影響 (直撃雷)	電氣的影響 (雷サージ)	電氣的影響	腐食		
自然現象	設備の損傷・機能喪失モード																	
凍結	温度	屋外機器内部流体の凍結	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響	着氷による送電線の相間短絡	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	d (I)	a
高温	温度	熱除去効率低下	a	a	a	a	a	a	c (III 1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	浸水	設備の浸水	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
降水	荷重	荷重 (堆積)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	荷重	荷重 (地震)	a	d (I)	c (I)	b	b	b	a	a	a	a	d (III 2)	a	a	a	a	a
積雪	荷重	荷重 (堆積)	a	d (III 1)	a	d (III 1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	電氣的影響	着雪による送電線の相間短絡	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	d (I)	a
	閉塞 (吸気)	給気フィルタ等の閉塞	a	a	a	a	a	a	a	d (I)	a	a	a	a	a	a	a	a
火山	荷重	荷重 (堆積)	a	d (III 1)	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞 (吸気)	給気フィルタの閉塞*	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
	腐食	腐食成分による化学的影響	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c (I)
	電氣的影響	降下火砕物の付着による送電線の相間短絡	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	d (I)	a
生物学的事象	電氣的影響	げっ歯類によるケーブル類の損傷		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
風	荷重	荷重 (風)	a			a	a	a	c (III 1)	d (III 1)	a	d (III 2)	a	a	a	a	a	a
		荷重 (飛来物)	a			a	a	a	a	a	a	d (III 2)	a	a	a	a	a	a
竜巻	荷重	荷重 (風)	a	a	a				c (III 1)	d (III 1)	a	d (III 2)	a	a	a	a	a	a
		荷重 (飛来物)	a	a	a				a	a	a	d (III 2)	a	a	a	a	a	a
		荷重 (気圧差)	a	a	a				a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
森林火災	温度	輻射熱	a	a	a	a	a	a			a	a	a	a	a	a	a	a
	閉塞 (吸気)	給気フィルタ等の閉塞	a	a	a	a	a	a			a	a	a	a	a	a	a	a
落雷	電氣的影響	安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な回路に発生するノイズ	a	a	a	a	a	a	a	a							a	a
		直撃雷	a	a	a	a	a	a	a	a							a	a
		誘導雷サージによる電気盤内の回路損傷	a	a	a	a	a	a	a	a							a	a
塩害	電氣的影響	海塩による送電線の相間短絡	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		
	腐食	海塩の付着による腐食	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a			

※大規模な噴火があり、敷地に降灰が予想される際は、全工程停止、全送排風機停止等の措置を講ずることを考慮。

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果 (1/11)

重畳事象（事象1×事象2の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
凍結（電氣的影響） ×積雪（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
凍結（電氣的影響） ×火山（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
凍結（温度） ×風（荷重（風））	温度	d	III 1	風の影響により，流体の凍結の可能性が高まると考えられる。 →状況に応じ，循環運転等による凍結防止措置を実施する手順により対処可能である。	－
凍結（温度） ×竜巻（荷重（風））	温度	d	III 1	風の影響により，流体の凍結の可能性が高まると考えられる。 →状況に応じ，循環運転等による凍結防止措置を実施する手順により対処可能である。	－
凍結（電氣的影響） ×塩害（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
高温（温度） ×森林火災（温度）	温度	c	III 1	外気温により，熱影響の評価条件が変化し，個別事象での評価から増長，熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 →保守的な条件（森林火災と重油タンク火災の重畳）により熱影響評価した温度が強度維持可能温度（建屋外壁コンクリート約200℃）を上回ることはないことから，構造物の機能は維持される。この評価にあたっては発生頻度の高い時季のもっとも厳しい気象条件を考慮しているため，評価結果は外気温の変動を包含している。	－
降水（荷重（堆積）） ×火山（荷重（堆積））	荷重	c	III 1	降水火砕物は湿り気を含むことで堆積荷重が増加すると考えられる。 →荷重条件として降水火砕物が湿潤状態となった場合の負荷を想定し，積雪（荷重（堆積））×火山（荷重（堆積））にて評価を行う。	－

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果（2/11）

重畳事象（事象1×事象2の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
地震（荷重（地震）） ×積雪（荷重（堆積））	荷重	d	Ⅲ 1	積雪による堆積荷重の作用により、地震の荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから、組合せを考慮する。	○
地震（荷重（地震）） ×風（荷重（風））	荷重	d	I	個別事象の重畳により、安全機能を有する施設の設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については、組合せを考慮する。	○
地震（荷重（地震）） ×風（荷重（飛来物））	荷重	c	I	個別事象の重畳により、安全機能を有する施設の設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による影響は竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包含されることから、影響は個別事象同等となる。	—

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果 (3/11)

重畳事象（事象1×事象2の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
積雪（電氣的影響） ×凍結（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
積雪（荷重（堆積）） ×地震（荷重（地震））	荷重	d	Ⅲ 1	地震の荷重の作用により，積雪による堆積荷重が増大すると考えられる。 →積雪は一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用することから，組合せを考慮する。	○
積雪（荷重（堆積）） ×火山（荷重（堆積））	荷重	d	I	個別事象の重畳により，堆積荷重が増加すると考えられる。 →一度事象が発生すると長時間にわたり荷重が作用するもの同士であることから，組合せを考慮する。また，荷重条件として，降下火砕物は水を含んだ場合の負荷を想定する。	○
積雪（電氣的影響） ×火山（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →降灰時は運転停止及び全送排風機の停止を行うことで，施設を安定な状態に移行する。これらの措置により，施設は給電を必要としない状態に移行することから非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
積雪（荷重（堆積）） ×風（荷重（風））	荷重	d	Ⅲ 1	個別事象の重畳により，安全機能を有する施設の設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →火山(荷重(堆積))×風(荷重(風))にて評価を行う。なお，ベース負荷として積雪を考慮する。	－
積雪（閉塞（吸気系）） ×風（荷重（風））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ 1	風の影響により，雪の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気設備の給気フィルタユニットについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果（4/11）

重畳事象（事象1×事象2の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
積雪（荷重（堆積）） ×竜巻（荷重（風））	荷重	d	Ⅲ 1	建屋への風圧力等の影響により，荷重条件が変化すると考えられる。 →竜巻（荷重（風））×積雪（荷重（堆積））にて評価を行う。	○
積雪（閉塞（吸気系）） ×竜巻（荷重（風））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ 1	風の影響により，雪の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気設備の給気フィルタユニットについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
積雪（閉塞（吸気系）） ×森林火災（閉塞）	閉塞（吸気系）	d	I	雪とばい煙の吸込により，個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気設備の給気フィルタユニットについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	－
積雪（電氣的影響） ×塩害（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により，送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり，非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果 (5/11)

重畳事象（事象1×事象2の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
火山（電氣的影響） ×凍結（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →降灰時は運転停止及び全送排風機の停止を行うことで、施設を安定な状態に移行する。これらの措置により、施設は給電を必要としない状態に移行することから非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
火山（荷重（堆積）） ×降水（荷重（堆積））	荷重	c	III 1	降下火砕物は湿り気を含むことで堆積荷重が増加すると考えられる。 →荷重条件として降下火砕物が湿潤状態となった場合の負荷を想定し、積雪（荷重（堆積））×火山（荷重（堆積））にて評価を行う。	－
火山（荷重（堆積）） ×降水（荷重（堆積））	荷重	c	III 2	斜面に堆積した火山灰が降雨により本施設周辺まで押し寄せ、土石流のような状況になる可能性が考えられる。 →敷地内には土石流を起こすような地形は存在しない。	－
火山（荷重（堆積）） ×積雪（荷重（堆積））	荷重	d	I	個別事象の重畳により、堆積荷重が増加すると考えられる。 →鉛直方向の荷重が作用するもの同士であることから、組合せを考慮する。 また、荷重条件として、降下火砕物は水を含んだ場合の負荷を想定する。	○
火山（電氣的影響） ×積雪（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →降灰時は運転停止及び全送排風機の停止を行うことで、施設を安定な状態に移行する。これらの措置により、施設は給電を必要としない状態に移行することから非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－

第 4-7-11 表 事象の重畳 個別検討結果 (6 / 11)

重畳事象 (事象 1 × 事象 2 の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
火山 (荷重 (堆積)) × 風 (荷重 (風))	荷重	d	Ⅲ 1	個別事象の重畳により, 安全機能を有する施設の設備損傷の可能性が高まると考えられる。 → 火山は一度事象が発生すると除灰するまでの期間において荷重が作用することから, 組合せを考慮する。なお, ベース負荷として積雪を考慮する。	○
火山 (電氣的影響) × 塩害 (電氣的影響)	電氣的影響 (相間短絡)	d	I	付着物の増加により, 送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 → 降灰時は運転停止及び全送排風機の停止を行うことで, 施設を安定な状態に移行する。これらの措置により, 施設は給電を必要としない状態に移行することから非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	—
火山 (腐食) × 塩害 (腐食)	腐食	c	I	降下火砕物に含まれる腐食性ガスと海塩粒子の付着により腐食環境がより厳しくなることが考えられる。 → いずれの腐食の影響も進展は緩慢であり, 安全機能への影響が劇的に大きくなることは考えられない	

第 4-7-11 表 事象の重畳 個別検討結果 (7/11)

重畳事象（事象 1 × 事象 2 の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
風（荷重（風）） ×地震（荷重（地震））	荷重	d	I	個別事象の重畳により，安全機能を有する施設の設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち，風荷重の影響が大きいと考えられるような構造・形状の施設については，組合せを考慮する。	○
風（荷重（飛来物）） ×地震（荷重（地震））	荷重	c	I	個別事象の重畳により，安全機能を有する施設の設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →飛来物による影響は竜巻影響評価にて想定している設計飛来物の影響に包絡されることから，影響は個別事象同等となる。	－
風（荷重（風）） ×積雪（荷重（堆積））	荷重	d	III 1	積雪の影響により荷重が増加し，安全機能を有する施設の設備損傷の可能性が高まると考えられる。 →竜巻（荷重（風））×火山（荷重（堆積））にて評価を行う。	－
風（荷重（風）） ×火山（荷重（堆積））	荷重	d	III 1	火山の影響により，荷重が増加し，可能性が高まると考えられる。 →火山は一度事象が発生すると除灰するまでの期間において荷重が作用することから，組合せを考慮する。なお，ベース負荷として積雪を考慮する。	○
竜巻（荷重（風）） ×積雪（荷重（堆積））	荷重	d	III 1	建屋への堆積物の影響により，荷重条件が変化すると考えられる。 →竜巻（荷重（風））×積雪（荷重（堆積））にて評価を行う。	○

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果 (8/11)

重畳事象 (事象1×事象2の順で記載)	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
森林火災 (温度) ×高温 (温度)	温度	c	III 1	高温の影響により、熱影響の評価条件が変化し、個別事象での評価から増長、熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 → 保守的な条件 (森林火災と危険物タンク火災の重畳) により熱影響評価した温度が強度維持可能温度 (建屋外壁コンクリート約200℃) を上回ることはないことから、構造物の機能は維持される。	—
森林火災 (閉塞 (吸気系)) ×積雪 (閉塞 (吸気系))	閉塞 (吸気系)	d	I	ばい煙と雪の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 → 換気設備の給気フィルタユニットについてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	—
森林火災 (温度) ×風 (荷重 (風))	温度	c	III 1	風の影響により、熱影響の評価条件が変化し、個別事象での評価から増長、熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。 → 保守的な条件 (森林火災と危険物タンク火災の重畳) により熱影響評価した温度が強度維持可能温度 (建屋外壁コンクリート約200℃) を上回ることはないことから、構造物の機能は維持される。この評価にあたっては、発生頻度の高い時季のもっとも厳しい気象条件を考慮していることから、自然現象の重畳を包絡している。	—
森林火災 (閉塞 (吸気系)) ×風 (荷重 (風))	閉塞 (吸気系)	d	III 1	風の影響により、ばい煙の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 → 換気設備の給気フィルタユニットについてフィルタ差圧等を監視し、状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。	—

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果（9/11）

重畳事象（事象1×事象2の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
森林火災（温度） ×竜巻（荷重（風））	温度	c	Ⅲ 1	<p>風の影響により，熱影響の評価条件が変化し，個別事象での評価から増長，熱影響によるコンクリート構造物の耐性に影響を及ぼす可能性が高まると考えられる。</p> <p>→保守的な条件（森林火災と危険物タンク火災の重畳）により熱影響評価した温度が強度維持可能温度（建屋外壁コンクリート約200℃）を上回ることはないことから，構造物の機能は維持される。また，竜巻影響エリア内で森林火災が発生することはないため重畳は考慮する必要がない。</p>	—
森林火災（閉塞（吸気系）） ×竜巻（荷重（風））	閉塞（吸気系）	d	Ⅲ 1	<p>風の影響により，ばい煙の吸込量が増加し，閉塞の可能性が高まると考えられる。</p> <p>→換気設備の給気フィルタユニットについてフィルタ差圧等を監視し，状況に応じ清掃や取替を実施する手順により対処可能である。</p>	—

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果 (10/11)

重畳事象（事象1×事象2の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
落雷（電氣的影響（直撃雷）） ×地震（荷重（地震））	電氣的影響（直撃雷）	d	Ⅲ 2	地震動により避雷設備が損傷し、安全機能を有する施設へ落雷しやすくなると考えられる。 →建屋や屋外施設へ直撃雷が発生したとしてもその損傷は安全機能に直接影響しない。	—
落雷（電氣的影響（直撃雷）） ×風（荷重（風））	電氣的影響（直撃雷）	d	Ⅲ 2	風荷重により避雷設備が損傷し、安全機能を有する施設へ落雷しやすくなると考えられる。 →建屋や屋外施設へ直撃雷が発生したとしてもその損傷は安全機能に直接影響しない。	—
落雷（電氣的影響（直撃雷）） ×風（荷重（飛来物））	電氣的影響（直撃雷）	d	Ⅲ 2	飛来物により避雷設備が損傷し、安全機能を有する施設へ落雷しやすくなると考えられる。 →建屋や屋外施設へ直撃雷が発生したとしてもその損傷は安全機能に直接影響しない。	—
落雷（電氣的影響（直撃雷）） ×竜巻（荷重（風））	電氣的影響（直撃雷）	d	Ⅲ 2	風荷重により避雷設備が損傷し、安全機能を有する施設へ落雷しやすくなると考えられる。 →建屋や屋外施設へ直撃雷が発生したとしてもその損傷は安全機能に直接影響しない。	—
落雷（電氣的影響（直撃雷）） ×竜巻（荷重（飛来物））	電氣的影響（直撃雷）	d	Ⅲ 2	飛来物により避雷設備が損傷し、安全機能を有する施設へ落雷しやすくなると考えられる。 →建屋や屋外施設へ直撃雷が発生したとしてもその損傷は安全機能に直接影響しない。	—

第4-7-11表 事象の重畳 個別検討結果 (11/11)

重畳事象（事象1×事象2の順で記載）	影響モード	増長	影響	検討結果	設計上の考慮
塩害（電氣的影響） ×凍結（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
塩害（電氣的影響） ×積雪（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
塩害（電氣的影響） ×火山（電氣的影響）	電氣的影響 （相間短絡）	d	I	付着物の増加により、送電線の相間短絡の可能性が高まると考えられる。 →降灰時は運転停止及び全送排風機の停止を行うことで、施設を安定な状態に移行する。これらの措置により、施設は給電を必要としない状態に移行することから非常用発電機は相間短絡の影響を受けない。	－
塩害（腐食） ×火山（腐食）	腐食	c	I	降下火砕物に含まれる腐食性ガスと海塩粒子の付着により腐食環境がより厳しくなることが考えられる。 →いずれの腐食の影響も進展は緩慢であり、安全機能への影響が劇的に大きくなることは考えられない	－

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 9 (9 条 その他)

降水による浸水及び荷重の影響評価

1. 概要

安全機能を有する施設は、設計上考慮する降水量を上回る降水による浸水に対し、構内排水設備による排水、浸水防止のための建屋止水処置等により、安全機能を損なわない設計とする。

敷地の構内排水設備の設計は、「青森県林地開発許可基準」第2条6により要求されるとおり十分な能力を有するよう設計している。これにより、構内排水設備の設計降雨強度は、10年確率で想定される雨量である97.8mm/hに安全率1.2を乗じた117.3mm/hとしている。

敷地付近で観測された日最大1時間降水量は、八戸特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）で67.0mm（1969年8月5日）、むつ特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）で51.5mm（1973年9月24日）であることから、構内排水設備は十分な排水能力をもっていると言える。

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 4 - 12 (9 条 その他)

設計外気温（高温）の考え方について

1. はじめに

貯蔵施設における崩壊熱の安全評価を行う施設においては、外気温を超過確率1%の値（29℃）を参考として設定している。これは、本施設の立地地域の最寄の気象観測所のうちより立地地域に近い気象条件であるむつ特別地域気象観測所の観測データをもとに設定したものである。

ここでは、貯蔵施設の安全評価における外気温の設定の考え方及び妥当性を説明する。

2. 設計外気温（高温）の考え方

設計外気温（高温）は、米国の空気調和冷凍学会（ASHRAE）の技術諮問委員会（TAC）の考え方に基づいて設定している。それによると、設計用の気象条件は非常に暑い日を想定するものの極値を想定するのではなく、統計的な超過確率を考慮することとしている。すなわち、冷房用設計外気条件としては、夏季（6～9月）の超過確率2.5%の値を用いるのが一般的である。

設計外気温（高温）を設定するにあたっては、基本的にはこの考え方を踏襲するが、貯蔵施設の安全評価においては、より厳しい結果となるように、外気温を超過確率1%の値を参考に設定した。

3. 設計外気温（高温）の設定

むつ特別地域気象観測所の夏季（6～9月）の3時間毎の外気温の観測データから超過確率1%に相当する外気温を確認した。確認する対象データは、2013年から過去30年間の観測データとした。その結果、超過確率1%に相当する外気温は約29℃であり、過去に設定した設計外気温（高温）と変わらないことを確認した（第4-12-1表参照）。

4. 設計外気温（高温）の妥当性

上記の通り設定した設計外気温29℃については、過去の観測データと比べてどの程度の裕度を有しているか確認した。

(1) 月平均気温の観測史上1～5位の値との比較

むつ特別地域気象観測所において過去に観測された月平均気温のうち、観測史上1～5位の値を第4-12-2表に示す。これによると、設定した設計外気温は月平均気温に対して十分余裕を有している。

(2) 日最高気温の観測史上1～5位を記録した日の気温

むつ特別地域気象観測所において過去に観測された日最高気温のうち、観測史上1～5位を記録した日の気温の推移を第4-12-1図に示す。これによると、日中は設計外気温を越えるが、夜間は設計外気温を下回るため、夏季においても十分に冷却性能が維持できるものと考えられる。

5. まとめ

上記3. ～ 4. の確認結果からすると，貯蔵施設の安全評価における外気温の設定は妥当であると考ええる。

以上

第 4-12-1 表 設計外気温（高温）の設定例

（6～9月の3時間毎の外気温度の観測データ（抜粋））

データを高温側
から順に並べる

順位をデータ点数
の合計で除した値

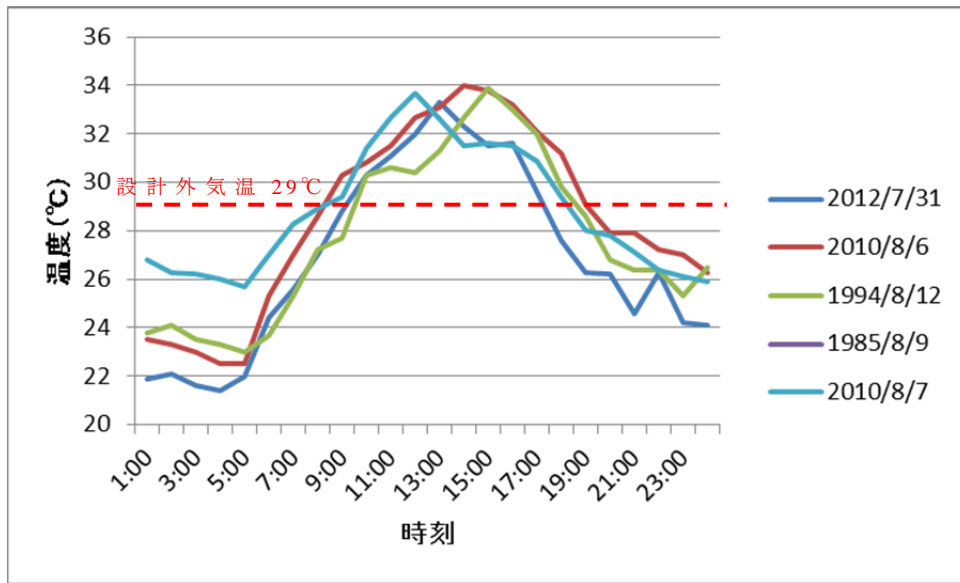
順位	年月日	時刻（時）	気温（℃）	超過確率（％）
285	2012年8月29日	12	29.3	0.973427
286	2012年9月15日	15	29.3	0.976843
287	2012年9月16日	15	29.3	0.980258
288	2013年8月18日	12	29.3	0.983674
289	1984年8月17日	12	29.2	0.987089
290	1984年8月18日	12	29.2	0.990505
291	1989年8月22日	15	29.2	0.993920
292	1990年8月11日	15	29.2	0.997336
293	1990年8月31日	12	29.2	1.000751
294	1990年9月2日	15	29.2	1.004167
295	1995年7月28日	12	29.2	1.007582
296	1998年8月24日	12	29.2	1.010998
297	1999年8月1日	18	29.2	1.014414
298	1999年8月9日	18	29.2	1.017829

第 4-12-2 表 月平均気温観測史上1～5位の値

（むつ特別地域気象観測所）

順位	月平均気温
1	24.7 (2010/8)
2	24.4 (1985/8)
3	24.2 (1951/8)
4	24.1 (1994/8)
5	24.0 (1999/8)

（統計期間 1935/1～2019/10）



第 4-12-1 図 観測史上 1 ～ 5 位を記録した日の気温の推移

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 5 - 1 (9 条 その他)

ダムの崩壊影響評価

1. はじめに

主要な建物及び構築物は、造成高が標高約 55m で平坦な敷地に設置されている。本施設周辺のダムの設置状況から、ダムの崩壊の影響が及ぶようなダムが周辺にないことを確認する。

2. 周辺敷地評価

本施設の周辺にダムは設置されていないことから、ダムの崩壊について考慮は不要である。



第 5-1-1 図 本施設周辺のダム

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 5 - 2 (9 条 その他)

船舶の衝突影響評価

1. はじめに

本施設の主要な建物及び構築物は、海岸からの距離が約 5 km と遠い敷地に設置されている。敷地及び周辺地域の状況から、船舶の衝突の影響がないことを確認する。

2. 周辺敷地評価

本施設の主要な建物及び構築物は、標高約 55m に設置されており、海岸からの距離も約 5 km と離れていることから、船舶の衝突について考慮は不要である。



第 5-2-1 図 本施設の海岸からの距離


3. 海洋放出管への影響

海洋放出管の放出口は水深 45m にあり，水深 48m の海底より 3 m 突き出ている形となっているため，十分な水深が確保されている。また，喫水 45m 以上の船舶が水深 48m の海底に侵入する事は考えられない。よって，海洋放出管に対する船舶の衝突事故の発生は想定し難い。

なお，使用済燃料等の輸送のために過去にむつ小川原港に入港した運搬船の主な仕様は以下のとおりであり，喫水深さは海洋放出管の設置深さを十分下回っている。

第5-2-1表 使用済燃料等の運搬船の主な仕様

--

 については商業機密の観点から公開できません。

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 5 - 3 (9 条 その他)

外部人為事象に関わる重畳の影響について

外部事象のうち、自然現象同士が重畳することによる影響については、補足説明資料4-7に示すように組合せを考慮し、単独事象とは異なる新たな影響が発生しないことを確認した。

一方、外部人為事象については、以下に示す理由から、外部人為事象と自然現象との重畳によって生じる新たな影響を考慮する必要がない。

(1) 自然現象と比べて外部人為事象の影響範囲が限定的 (狭い) である場合

自然現象の影響は、本施設全体に対して同時に作用する点の特徴である。一方、外部人為事象の場合は、人工物の事故等により引き起こされるものであり、影響範囲は当該人工物の大きさや内包する危険物量等により決まる。したがって、外部人為事象の場合、低頻度事象を仮定しようとしても、実際に設置されている設備や立地状況等により制限され、際限なく事象影響範囲が広がるということはない。

以上より、外部人為事象により生じる影響が、それぞれの影響を包絡する自然現象で考慮することができるものを第5-3-1表に示す。

第 5-3-1 表 自然現象に包絡される外部人為事象

自然現象	特徴	包絡される外部人為事象
地震	<p>本施設全体に対して外力が作用し、複数の機器が同時に機能喪失する可能性がある。敷地の変動等により屋外設備の基礎や地中設備を損傷させる可能性がある。</p>	<p>No. 20 掘削工事</p>
竜巻	<p>移動しながら広範囲にわたって風圧、飛来物による影響を与える。特に飛来物については、屋外設備だけではなく、建屋内の設備を損傷させる可能性がある。</p>	<p>No. 9 爆発</p>

(2) 外部人為事象の影響について考慮が不要な場合

以下にあげる外部人為事象については，重畳影響を考慮するまでもなく，単独事象として本施設への影響を考慮する必要がないものとして整理している。

a. 単独事象として発生頻度が稀な事象

No. 4 航空機落下（衝突）

No. 14 軍事施設からの飛来物

No. 17 衛星の落下

b. 発生源となる施設が本施設へ影響の及ぶ範囲にない事象

No. 1 船舶事故による油流出

No. 2 船舶事故

No. 3 船舶の衝突

No. 5 鉄道事故

No. 6 鉄道の衝突

No. 7 交通事故

No. 8 自動車の衝突

No. 11 鉱山事故

No. 13 軍事基地の事故

No. 18 ダムの崩壊

No. 22 タービンミサイル

c. 発生しても影響が軽微な事象，影響を遮断できる事象

No. 15 パイプライン事故

No. 12 土木・建築現場の事故（火災・爆発）

No. 19 電磁的障害

No. 21 重量物の落下

(1), (2) のいずれにも該当しないものは次の 5 事象である。これらについては (3) で検討する。

No. 9 爆発

No. 4 航空機落下 (燃料火災)

No. 23 近隣工場の火災

No. 24 有毒ガス

No. 16 敷地内における化学物質漏えい

(3) 外部人為事象の影響を個別に考慮する場合

a. 火災

火災による熱影響については、自然現象では「森林火災」に対して、外部人為事象「No. 23 近隣工場の火災」または「No. 4. 航空機落下」(燃料火災) の重ね合わせが考えられる。

「森林火災」と重畳させる近隣工場の火災として、石油備蓄基地の火災を想定する。このとき、事象の重ね合わせを考慮したとしても火炎からの輻射強度による外壁表面温度は許容温度 200℃以下となり、防護対象設備の安全機能を損なわないことは確認済みである。

「No. 4 航空機落下」のうち、火災の影響と重畳し得る事象としては、「森林火災」と「No. 23 近隣工場等の火災」の危険物タンク等の火災が挙げられる。

航空機落下の対象航空機は、三沢対地訓練飛行中の自衛隊

機又は米軍機のうち、燃料積載量が最大の自衛隊機等を選定し、航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回／年となる地点への落下による火災を想定する。それに対し、森林火災は本施設の敷地外で発生する事象であり、互いに因果関係を持たない独立事象であることから、重ね合わせにより影響が増長することを考慮する必要がない。

また、計器飛行方式民間航空機については、落下範囲が敷地外となることから、落下により森林火災を引き起こした場合においては、本施設への影響は「森林火災」と「石油備蓄基地の火災」の重ね合わせで包絡される。

b. 爆発

「No.12 プラント外での爆発」については、本施設周辺の社会環境からみて、爆風圧の影響が本施設へ及ばないことを確認済みであることを踏まえ、単独事象として影響がない。

c. 有毒ガス

有毒ガスによる影響は、事象の特徴を踏まえれば、重畳することで影響が増長するような自然現象はない。

d. 敷地内における化学物質漏えい

敷地内における化学物質漏えいによる影響は、事象の特徴を踏まえれば、重畳することで影響が増長するような自然現象はない。

以上

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 5 - 4 (9 条 その他)

電磁的障害影響評価

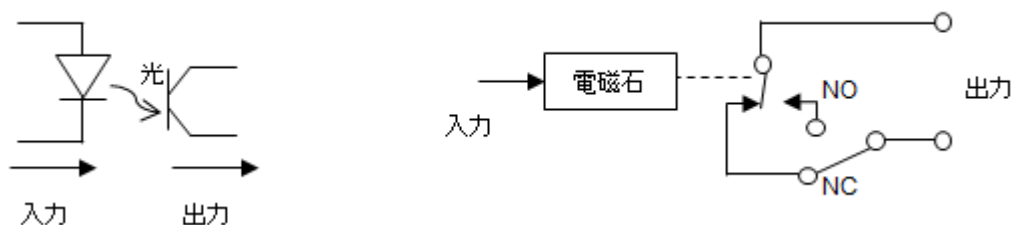
1. はじめに

安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な回路は、日本産業規格に基づいたノイズ対策を行うとともに、電氣的及び物理的な独立性を持たせることにより、安全機能を損なわない設計とする。その他の安全機能を有する施設については、その機能の喪失を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、代替設備による機能の確保ができない場合は当該機能を必要とする運転を停止すること、安全上支障の生じない期間に補修を行うこと又はそれらを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。

2. 対策の概要

2. 1 電氣的分離対策

絶縁増幅器又は継電器により、入力と出力を電氣的に絶縁することで、安全上重要な施設と安全上重要な施設以外の本施設を電氣的に分離する。



第 5-4-1 図 電氣的分離対策

2. 2 ノイズ対策

a. 筐体

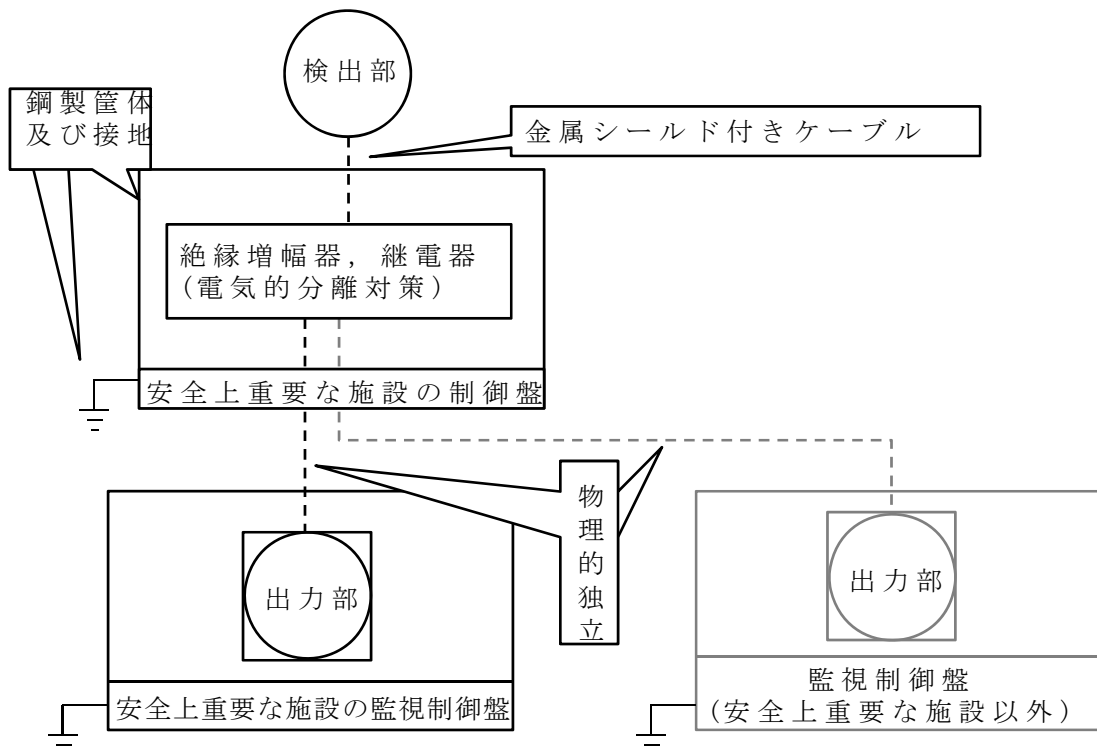
制御盤の制御部は鋼製の筐体に格納し，筐体は接地することでノイズの侵入を防止する。

b. ケーブル

ケーブルは金属シールド付ケーブルを使用し，金属シールドは接地してノイズの侵入を防止する。

2. 3 物理的独立対策

安全上重要な施設と安全上重要な施設以外の本施設に係るケーブルトレイを物理的に分離する。



第 5-4-2 図 ノイズ対策と物理的独立対策

令和元年 12 月 13 日 R 0

補足説明資料 5 - 6 (9 条 その他)

ASME 判断基準と考慮すべき事象の除外基準との比較

ASME ANS RA-Sa-2009 EXT-B1 より	参考訳	考慮すべき事象の除外基準
Initial Preliminary Screening: For screening out an external hazard, any one of the following five screening criteria provides as an acceptable basis:	最初の予備スクリーニング：外部ハザードの除外には、次の5つの除外基準のうちいずれかに該当する場合は、受け入れられるものとして与えられる。	—
<p>Criterion 1:</p> <p>The event is of equal or lesser damage potential than the events for which the plant has been designed.</p> <p>This requires an evaluation of plant design bases in order to estimate the resistance of plant structures and systems to a particular external hazard.</p>	<p>基準 1：</p> <p>その事象が、プラントが設計された時に考慮した事象と同じか少ない損傷をもたらす可能性のあるもの。これには、特別の外部ハザードに対してプラントの構造及びシステムの抵抗性を推定したプラント設計基準の評価をすることが要求される。</p>	<p>基準 4：</p> <p>本施設に影響を及ぼさない事象</p>
<p>Criterion 2:</p> <p>The event has a significantly lower mean frequency of occurrence than another event, taking into account the uncertainties in the estimates of both frequencies, and the event could not result in worse consequences than the consequences from the other event.</p>	<p>基準 2：</p> <p>その事象が、別の事象より、著しく低い平均頻度であるもの。ここで、両方の頻度の評価には不確実性を考慮に入れること。</p> <p>また、その事象が、別の事象による結果より、悪い結果に帰着しなかったもの。</p>	<p>基準 1：</p> <p>発生頻度が極低頻度と判断される事象</p>
<p>Criterion 3:</p> <p>The event cannot occur close enough to the plant to affect it. This criterion must be applied taking into account the range of magnitudes of the event for the recurrence frequencies of interest.</p>	<p>基準 3：</p> <p>その事象が、プラントに影響を与える程十分に接近していなくて、発生しない場合。</p> <p>この基準は、着目する再発頻度の事象の大きさの範囲を考慮して適用すべき。</p>	<p>基準 2：</p> <p>敷地周辺では起こり得ない事象</p>

(つづき)

ASME ANS RA-Sa-2009 EXT-B1 より	参考訳	考慮すべき事象の除外基準
Criterion 4: The event is included in the definition of another event.	基準 4 : その事象が、他の事象の定義に含まれる場合。	基準 5 : 他の事象に包含できる事象
Criterion 5: The event is slow in developing, and it can be demonstrated that there is sufficient time to eliminate the source of the threat or to provide an adequate response.	基準 5 : その事象の発展が遅く、また、脅威の源を除去するかあるいは適切な対応するのに十分な時間があることが実証できる場合。	基準 3 : 事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象