

【公開版】

| | |
|----------|--------------|
| 提出年月日 | 令和元年11月6日 R7 |
| 日本原燃株式会社 | |

六ヶ所再処理施設における
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. 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

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

外部からの衝撃による損傷の防止について，事業指定基準規則と再処理施設安全審査指針の比較並びに当該指針を踏まえた，これまでの許認可実績により，事業指定基準規則第九条において追加された又は明確化された要求事項を整理する。(第1-1表)

【補足説明資料 1-1】

第1-1表 事業指定基準規則第9条と再処理施設安全審査指針 比較表 (1/4)

| 事業指定基準規則 第9条 (外部からの衝撃による損傷の防止) | 再処理施設安全審査指針 | 備考 |
|---|--|--|
| <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らない。</p> <p>（解釈）</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重大事故等対処設備への措置を含む。</p> <p>2 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等をいう。</p> <p>3 第1項に規定する「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」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として当該施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。</p> | <p>指針1. 基本的立地条件</p> <p>事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、再処理施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。</p> <p>1. 自然環境</p> <p>(1)地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象</p> <p>(2)地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等</p> <p>(3)風向、風速、降雨量等の気象</p> <p>(4)河川、地下水等の水象及び水理</p> | <p>明確化された要求事項</p> <p>①重大事故等対処設備への措置を含むこと</p> <p>②想定される自然現象が明確化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻^{※1} ・落雷^{※1} ・火山の影響^{※1} ・生物学的事象^{※1} ・森林火災^{※1} |

第1-1表 事業指定基準規則第9条と再処理施設安全審査指針 比較表 (2/4)

| <p>事業指定基準規則 第9条 (外部からの衝撃による損傷の防止)</p> | <p>再処理施設安全審査指針</p> | <p>備考</p> |
|--|--|--------------------------------------|
| <p>2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な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により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。 (解釈)</p> <p>4 第2項に規定する「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」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。</p> <p>5 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、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により安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。</p> | <p>指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮 再処理施設における安全上重要な施設は、再処理施設の立地地点及びその周辺における自然現象をもとに津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等のうち予想されるものを設計基礎とすること。 これらの設計基礎となる事象は、過去の記録の信頼性を十分考慮のうえ、少なくともこれを下回らない過酷なものであつて、妥当とみなされるものを想定すること。 過去の記録、現地調査の結果等を参考にして必要のある場合には、異種の自然現象を重畳して設計基礎とすること</p> | <p>明確化された要求事項 ① 計基準事故時の応力の考慮</p> |

第1-1表 事業指定基準規則第9条と再処理施設安全審査指針 比較表 (3/4)

| 事業指定基準規則 第9条 (外部からの衝撃による損傷の防止) | 再処理施設安全審査指針 | 備考 |
|---|--|---|
| <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再処理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>(解釈)</p> <p>6 第3項は、設計基準において想定される再処理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> <p>7 第3項に規定する「再処理施設の安全機能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。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況を基に選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等をいう。なお、上記の「航空機落下」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14・07・29原院第4号（平成14年7月30日原子力安</p> | <p>指針1. 基本的立地条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、再処理施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。</p> <p>2. 社会環境 (1) 近接工場における火災、爆発等 (2) 航空機事故等による飛来物等 (3) 水の利用状況、飲食物の生産・流通状況、人口分布状況等</p> | <p>明確化された要求事項</p> <p>① 重大事故等対処設備への措置を含むこと</p> <p>② 次の事象が明確化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダムの崩壊^{※1} ・有毒ガス^{※1} ・船舶の衝突^{※1} ・電磁的障害^{※1} |

第1-1表 事業指定基準規則第9条と再処理施設安全審査指針 比較表 (4 / 4)

| <p>事業指定基準規則 第9条 (外部からの衝撃による損傷の防止)</p> | <p>再処理施設安全審査指針</p> | <p>備考</p> |
|--|--------------------|-----------|
| <p>全・保安院制定)) 等に基づき、防護設計の 要否について確認する。 8 第3項に規定する「安全機能を損なわない もの」とは、想定される偶発的な外部人為事 象に対し、冷却、水素掃気、火災・爆発の防 止、臨界防止等の安全機能を損なわないこと をいう。</p> | | |

1. 2 要求事項に対する適合性

A. 再処理施設の位置，構造及び設備

ロ. 再処理施設の一般構造

(a) 外部からの衝撃による損傷の防止

安全機能を有する施設は，再処理施設敷地の自然環境を基に想定される洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象，森林火災等の自然現象（地震及び津波を除く。）又は地震及び津波を含む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当該施設で生じ得る環境条件においても安全機能を損なわない設計とする。

なお，再処理施設敷地で想定される自然現象のうち，洪水，地滑りについては，立地的要因により設計上考慮する必要はない。

上記に加え，安全上重要な施設は，最新の科学的技術的知見を踏まえ当該安全上重要な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により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を，それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して適切に組み合わせる。

また，安全機能を有する施設は，再処理施設敷地内又はその周辺の状態を基に想定される飛来物（航空機落下），ダムの崩壊，爆発，近隣工場等の火災，有毒ガス，船舶の衝突，電磁的障害等のうち再処理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設計とする。

なお，再処理施設敷地又はその周辺において想定される人為事象

のうち、ダムの崩壊、船舶の衝突については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

自然現象及び再処理施設敷地又はその周辺において想定される再処理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。）の組み合わせについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。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、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び再処理施設敷地又はその周辺において想定される再処理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安全機能を有する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。

（a－1） 自然現象に対する安全設計

（1） 風（台風）

安全機能を有する施設は、設計基準風速による風荷重に対し、安全機能を有する施設の安全機能及び安全機能を有する施設を内包する建屋の構造健全性の確保若しくは風（台風）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。

(2) 凍結

安全機能を有する施設は、設計基準温度による凍結に対し、安全機能を有する施設の安全機能の確保若しくは凍結を考慮して、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。

(3) 高温

安全機能を有する施設は、設計基準温度による高温に対し、安全機能を有する施設の安全機能の確保若しくは高温を考慮して、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。

(4) 降水

安全機能を有する施設は、設計基準降水量を上回る降水による浸水に対し、安全機能を有する施設の安全機能の確保若しくは降水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。

(5) 積雪

安全機能を有する施設は、設計基準積雪深による荷重及び閉塞に対し、安全機能を有する施設の安全機能の確保若しくは積雪による損傷を考慮し

て、代替設備により必要な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。

(6) 生物学的事象

安全機能を有する施設は、生物学的事象として敷地周辺の生物の生息状況の調査に基づいて鳥類、昆虫類、小動物、魚類、底生生物及び藻類の再処理施設へ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。

(7) 塩害

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。再処理施設は海岸から約5km離れており、塩害の影響は小さいと考えられるが、換気設備の建屋給気ユニットへの粒子フィルタの設置、直接外気を取り込む施設の防食処理、屋外施設での塗装等による腐食防止対策、受電開閉設備の絶縁性の維持対策により、安全機能を損なわない設計とする。

(a-2) 人為事象に対する安全設計

(1) 有毒ガス

安全機能を有する施設は、想定される有毒ガスの発生に対し、制御建屋中央制御室換気設備により、中央制御室の居住性を損なわない設計とする。

(2) 電磁的障害

計測制御設備のうち安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な計測制御設備及び安全保護回路は、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。安全上重要な施設以外の計測制御設備については、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。

(3) 敷地内における化学物質の漏えい

安全機能を有する施設は、想定される敷地内における化学物質の漏えいに対し、制御建屋中央制御室換気設備により、中央制御室の居住性を損なわない設計とする。

1. 3 規則への適合性

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第九条 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らない。

2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な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により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

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再処理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。

適合のための設計方針

第1項及び第2項について

安全機能を有する施設は、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。）に対して再処理施設の安全性を損なわない設計とする。また、安全上重要な施設は、想定される自然現象により作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮する。

第3項について

安全機能を有する施設は、再処理施設内又はその周辺において想定される人為事象に対して安全性を損なわない設計とする。

【補足説明資料1-2, 1-3, 1-4】

2. その他外部事象に関する基本方針

原子力規制委員会の定める「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月6日原子力規制委員会規則第二十七号）」第九条において、外部からの衝撃による損傷防止として、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。）又は人為事象（故意によるものを除く。）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らないとしている。

したがって、安全機能を有する施設は、想定される自然現象及び人為事象に対して機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障の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。

3. 環境等

3. 1 気象

3. 1. 1 気象官署所在地の状況

対象とした気象官署は、八戸特別地域気象観測所（旧八戸測候所）及びむつ特別地域気象観測所（旧むつ測候所）の2箇所であり、各気象官署の位置及び観測項目を第3-1図及び第3-1表に示す。八戸特別地域気象観測所は太平洋に、むつ特別地域気象観測所は陸奥湾にそれぞれ面している。

3. 1. 2 八戸，むつ各気象官署を選んだ理由

この地方の一般気象を知るため、長期間通年観測が行われている気象官署の資料が必要である。青森県には、気象官署として青森地方気象台、深浦特別地域気象観測所（旧深浦測候所）、八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所がある。これらの気象官署は、よく管理された長期間の観測資料を得ているが、気候的に敷地に比較的類似している最寄りの気象官署は、八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所である。したがって、敷地の局地的気象を推定し、再処理施設の一般的設計条件として必要なデータを得るために、八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所の資料を用いることとした。なお、敷地近傍にある気象庁の六ヶ所地域気象観測所の資料も考慮することとした。

【補足説明資料3-3】

3. 1. 3 最寄りの気象官署における一般気象

(1) 一般気象

八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所における一般気象に関する統計をそれぞれ第3-2表及び第3-3表に示す。この

地方に影響を与えた主な台風を第3-16表及び第3-17表に示す。年平均気温，最高気温及び最低気温は，両気象官署でほぼ等しい値を示すが，八戸特別地域気象観測所でやや高い。両気象官署とも湿度は夏が高く，風向は年間を通じて西寄りの風が多い。

(2) 極 値

第3-4表から第3-15表に示す最寄りの気象官署の観測記録からみれば，両気象官署では冬の積雪量に差が現れるが，この最深積雪を除けば両気象官署ともほぼ同程度の極値を示している。八戸特別地域気象観測所の観測記録によれば，日最高気温37.0℃（1978年8月3日），日最低気温-15.7℃（1953年1月3日），日最大降水量160.0mm（1982年5月21日），日最大1時間降水量67.0mm（1969年8月5日），日最大瞬間風速41.7m/s（西南西2017年9月18日）及び積雪の深さの月最大値92cm（1977年2月16日）である。むつ特別地域気象観測所の観測記録によれば，日最高気温34.7℃（2012年7月31日），日最低気温-22.4℃（1984年2月18日），日最大降水量162.5mm（1981年8月22日及び2016年8月17日），日最大1時間降水量51.5mm（1973年9月24日），日最大瞬間風速38.9m/s（西南西1961年5月29日）及び積雪の深さの月最大値170cm（1977年2月15日）である。なお，六ヶ所地域気象観測所の観測記録（統計期間：1975年～2002年）によれば，積雪の深さの月最大値190cm（1977年2月17日）である。

【補足説明資料3-1】

3. 2 生物

3. 2. 1 生物の生息状況

再処理施設が立地する地域の周辺における生物の生息状況については，

「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」にて報告されている。これらの報告書で確認されている生物の生息状況を第3-18表に示す。

3. 2. 2 生物学的事象で考慮する対象生物

(1) 鳥類及び昆虫類

再処理施設が立地する地域では、鳥類及び昆虫類の生息が多く確認されており、換気設備等の外気取入口からの侵入が考えられるため、鳥類及び昆虫類を生物学的事象で考慮する対象生物（以下3.では「対象生物」という。）とする。

(2) その他の動物種

- a. 大型の動物については、周辺監視区域の境界及び再処理施設周辺にフェンスを設置しており、再処理施設近傍まで侵入することは想定し難いため、対象生物としない。しかし、小動物（ネズミ類, 両生類, 爬虫類等）については、再処理施設近傍まで侵入することが考えられるため、対象生物とする。
- b. 給水処理設備に受け入れる水の取水口は二又川に設けているため、六ヶ所村の河川に生息している主な魚類及び底生生物を対象生物とする。取水口は尾駁沼から離れているため、尾駁沼の魚類及び底生生物は対象生物としない。

(3) 水生植物

給水処理設備に受け入れる水の取水口は二又川に設けているため、二又川で確認されている水生植物（藻類等）を対象生物とする。取水口は尾駁沼から離れているため、尾駁沼の水生植物（藻類等）は対象生物としない。

【補足説明資料3-2】

第3-1表 気象官署の所在地及び観測項目

| 気象官署名 | 所在地 | 創立年月日 | 露場の標高 (m) | 観測項目 | 風速計の高さ (地上高) (m) |
|-----------------|--|----------------------|--------------|------|---------------------|
| 八戸特別地域 気象観測所 | <small>みなとまちたてはな</small> 八戸市湊町館鼻67 (敷地の南南東約48km) | 昭和11年7月1日 (1936年) | 27.1 | 気象全般 | 27.5 |
| むつ特別地域 気象観測所 | <small>かなまがり</small> むつ市金曲1-8-3 (敷地の北北西約40km) | 昭和10年1月1日 (1935年) | 2.9 | 気象全般 | 11.1 |

注) 昭和45年4月17日から田名部をむつに改称
 平成10年3月1日からむつ測候所をむつ特別地域気象観測所に改称
 平成19年10月1日から八戸測候所を八戸特別地域気象観測所に改称

第3-2表 気候表〔概要〕（八戸特別地域気象観測所）

（平年値 2010 統計期間 1981～2010 年による）

| 要素 | 月 | | | | | | | | | | | | 年 | 統計期間 | |
|----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 平均気温 (°C) | -0.9 | -0.5 | 2.7 | 8.5 | 13.1 | 16.2 | 20.1 | 22.5 | 18.9 | 13.0 | 6.9 | 1.8 | 10.2 | 1981年～2010年 | |
| 最高気温の平均 (°C) | 2.6 | 3.2 | 7.0 | 13.7 | 18.3 | 20.6 | 24.3 | 26.5 | 23.1 | 17.9 | 11.6 | 5.5 | 14.5 | 1981年～2010年 | |
| 最低気温の平均 (°C) | -4.2 | -4.0 | -1.3 | 3.8 | 8.7 | 12.8 | 17.1 | 19.3 | 15.2 | 8.5 | 2.6 | -1.6 | 6.4 | 1981年～2010年 | |
| 相対湿度 (%) | 70 | 70 | 67 | 65 | 71 | 81 | 83 | 82 | 79 | 73 | 70 | 70 | 73 | 1981年～2010年 | |
| 雲量 | 6.3 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.7 | 7.7 | 7.7 | 7.3 | 7.3 | 6.0 | 6.0 | 6.2 | 6.7 | 1971年～2000年 | |
| 日照時間 (h) | 130.8 | 129.6 | 168.1 | 188.9 | 197.0 | 167.7 | 148.5 | 167.1 | 143.6 | 161.3 | 133.3 | 124.5 | 1860.4 | 1981年～2010年 | |
| 全天日射量 (MJ/m ²) | 7.1 | 9.5 | 13.0 | 16.2 | 18.1 | 17.7 | 17.1 | 15.8 | 12.3 | 10.3 | 7.3 | 6.1 | 12.5 | 1973年～2000年 | |
| 平均風速 (m/s) | 5.1 | 5.0 | 5.1 | 4.7 | 4.0 | 3.1 | 3.0 | 3.0 | 3.4 | 3.8 | 4.5 | 4.8 | 4.1 | 1981年～2010年 | |
| 最多風向 | WSW | WSW | WSW | WSW | WSW | NE | ESE | SSW | SSW | SW | SW | WSW | WSW | 1990年～2010年 | |
| 降水量 (mm) | 42.8 | 40.1 | 52.0 | 64.3 | 89.3 | 105.8 | 136.1 | 128.8 | 167.6 | 87.2 | 62.0 | 49.1 | 1025.1 | 1981年～2010年 | |
| 降雪の深さの合計 (cm) | 77 | 75 | 47 | 3 | — | — | — | — | — | — | 6 | 40 | 248 | 1981年～2010年 | |
| 大気現象 (日) | 不照 | 2.5 | 2.4 | 3.4 | 3.3 | 4.7 | 5.2 | 6.3 | 4.7 | 5.6 | 3.4 | 2.7 | 2.5 | 46.7 | 1981年～2010年 |
| | 雪 | 24.0 | 22.4 | 17.2 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 6.1 | 17.8 | 91.0 | 1971年～2000年 |
| | 霧 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 2.0 | 4.0 | 9.1 | 8.7 | 6.0 | 2.2 | 0.7 | 0.1 | 0.2 | 33.8 | 1971年～2000年 |
| | 雷 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 1.1 | 1.4 | 2.0 | 1.9 | 1.4 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 9.1 | 1971年～2000年 |
| 注) | 1. 露場の標高 27.1m 2. 風速計の高さ（地上高） 12.9m（～1993年5月12日）， 13.8m（1993年5月12日～1994年2月5日）， 16.0m（1994年2月5日～2007年3月29日）， 27.3m（2007年3月29日～2011年10月27日） 3. 2007年（平成19年）10月1日に，八戸測候所は八戸特別地域気象観測所に改称され無人化となっている。 4. 本観測所においては，全天日射量が2007年9月30日に観測を終了したため，1973～2000年の観測による平年値を記載した。 5. 本観測所の無人化に伴い，雲量と大気現象（雪，霧，雷）については，1971年～2000年の観測による平年値を記載した。 6. 最多風向については，観測回数が1日8回であった1989年以前のデータを使用していない。 | | | | | | | | | | | | | | |

第 3-3 表 気候表〔概要〕（むつ特別地域気象観測所）

（平年値 2010 統計期間 1981～2010 年による）

| 要素 | 月 | | | | | | | | | | | | 年 | 統計期間 | |
|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 平均気温 (°C) | -1.4 | -1.2 | 1.8 | 7.4 | 12.1 | 15.7 | 19.5 | 21.7 | 18.3 | 12.4 | 6.5 | 1.3 | 9.5 | 1981年～2010年 | |
| 最高気温の平均 (°C) | 1.6 | 2.0 | 5.6 | 12.5 | 17.4 | 20.3 | 23.5 | 25.7 | 22.7 | 17.3 | 10.6 | 4.5 | 13.7 | 1981年～2010年 | |
| 最低気温の平均 (°C) | -5.2 | -5.3 | -2.5 | 2.6 | 7.5 | 11.8 | 16.3 | 18.4 | 13.8 | 7.0 | 1.9 | -2.3 | 5.3 | 1981年～2010年 | |
| 相対湿度 (%) | 75 | 74 | 71 | 71 | 76 | 83 | 86 | 85 | 81 | 75 | 73 | 74 | 77 | 1981年～2010年 | |
| 雲量 | 8.3 | 8.3 | 7.4 | 6.6 | 6.9 | 7.5 | 8.0 | 7.4 | 7.8 | 6.2 | 7.1 | 8.2 | 7.5 | 1982年～1990年 | |
| 日照時間 (h) | 71.6 | 91.3 | 146.4 | 188.5 | 195.0 | 162.5 | 132.0 | 144.0 | 144.7 | 159.0 | 102.9 | 71.2 | 1608.9 | 1981年～2010年 | |
| 全天日射量 (MJ/m ²) | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | |
| 平均風速 (m/s) | 2.7 | 2.7 | 3.0 | 3.0 | 2.7 | 2.5 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.6 | 2.6 | 2.7 | 2.6 | 1981年～2010年 | |
| 最多風向 | WNW | WNW | SW | SW | SSW | NNE | SSW | NNE | NNE | NNE | SW | WNW | SW | 1990年～2010年 | |
| 降水量 (mm) | 103.1 | 82.9 | 82.0 | 80.7 | 98.7 | 99.3 | 151.6 | 142.7 | 170.1 | 109.8 | 117.4 | 103.7 | 1342.0 | 1981年～2010年 | |
| 降雪の深さの合計 (cm) | 168 | 143 | 89 | 5 | — | — | — | — | — | — | 18 | 91 | 514 | 1981年～2010年 | |
| 大気現象 (日) | 不照 | 4.5 | 3.1 | 3.3 | 3.7 | 5.0 | 6.4 | 7.7 | 6.2 | 5.5 | 2.9 | 3.3 | 4.0 | 55.5 | 1981年～2010年 |
| | 雪 | 27.9 | 23.3 | 18.3 | 3.0 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 23.0 | 104.5 | 1998年～2010年 |
| | 霧 | 1.4 | 0.8 | 1.2 | 2.2 | 3.1 | 4.2 | 3.1 | 2.7 | 1.5 | 0.8 | 0.4 | 0.5 | 21.9 | 1998年～2010年 |
| | 雷 | — | — | 0.1 | — | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.4 | 0.1 | 4.0 | 1982年～1990年 |
| 注) 1. 露場の標高 2.9m 2. 風速計の高さ(地上高) 15.0m (～1999年3月18日), 10.6m (1999年3月18日～2011年10月3日) 3. 1998年(平成10年)3月1日に, むつ測候所はむつ特別地域気象観測所に改称され無人化となっている。 4. 本観測所においては, 全天日射量の観測は行われていない。 5. 本観測所の無人化に伴い, 雲量と大気現象(雷)については, 1982年～1990年の観測による平年値を記載した。 6. 本観測所の無人化に伴い, 大気現象(雪, 霧)については, 自動観測装置による1998年～2010年の平年値を記載した。 7. 最多風向については, 観測回数が1日8回であった1989年以前のデータを使用していない。 | | | | | | | | | | | | | | | |

第3-4表 日最高・最低気温の順位（八戸特別地域気象観測所）

（八戸特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1937年～2018年3月

(°C)

| 順位 | | 月 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----------|---|-----|----|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| | | 極起日 | 値年 | | | | | | | | | | | | | |
| 最高 気温 | 1 | 極起日 | 値年 | 15.0 1988 22 | 19.0 2010 25 | 22.1 2018 28 | 29.7 1942 27 | 32.3 1988 20 | 34.5 1987 7 | 36.5 1942 26 | 37.0 1978 3 | 35.4 2010 1 | 30.4 1946 3 | 24.9 2003 3 | 19.7 1990 1 | 37.0 1978 8月3日 |
| | 2 | 極起日 | 値年 | 13.9 1964 13 | 18.6 2004 22 | 21.2 1969 26 | 29.4 1998 21 | 31.9 1969 10 | 33.1 2009 26 | 36.3 1943 29 | 36.7 2010 6 | 34.8 2012 17 | 29.6 1945 3 | 24.1 1940 7 | 17.6 1963 8 | 36.7 2010 8月6日 |
| | 3 | 極起日 | 値年 | 13.0 2014 30 | 17.0 2016 14 | 21.2 1968 30 | 29.1 1972 30 | 31.6 2014 30 | 32.8 1987 6 | 35.9 2004 31 | 36.1 2015 5 | 34.7 1985 1 | 28.2 1998 18 | 23.1 2014 2 | 17.5 1989 4 | 36.5 1942 7月26日 |
| 最低 気温 | 1 | 極起日 | 値年 | -15.7 1953 3 | -15.5 1945 20 | -12.3 1986 4 | -5.5 1984 2 | -2.6 1955 2 | 0.4 1954 9 | 5.0 1976 1 | 9.4 1953 31 | 4.8 2001 22 | -2.6 1950 26 | -6.3 1998 23 | -13.4 1952 24 | -15.7 1953 1月3日 |
| | 2 | 極起日 | 値年 | -14.1 1954 28 | -15.0 1978 17 | -12.0 1946 13 | -5.5 1984 1 | -0.7 1955 3 | 1.9 1941 19 | 6.8 1945 24 | 9.6 2001 19 | 5.5 1976 26 | -1.4 1970 28 | -6.1 1971 29 | -12.0 1984 25 | -15.5 1945 2月20日 |
| | 3 | 極起日 | 値年 | -14.1 1945 24 | -14.1 1978 15 | -11.0 1977 7 | -4.9 1947 1 | -0.6 1946 4 | 2.3 1985 15 | 7.1 1951 3 | 9.7 1993 3 | 5.5 1957 24 | -1.3 1938 18 | -5.9 1971 30 | -12.0 1952 23 | -15.0 1978 2月17日 |

第3-5表 日最高・最低気温の順位（むつ特別地域気象観測所）

（むつ特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1935年～2018年3月

(°C)

| 順位 | | 月 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|-----|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| | | 値 | 年 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最高 気温 | 1 | 極起日 | 10.9 | 1988 | 13.8 | 2010 | 19.2 | 2018 | 26.8 | 1998 | 28.4 | 2014 | 30.3 | 1987 | 34.7 | 2012 | 34.5 | 2010 | 33.3 | 2012 | 25.5 | 2012 | 21.3 | 2003 | 17.2 | 2004 | 34.7 | 2012 |
| | | | | 22 | | 25 | | 28 | | 21 | | 30 | | 7 | | 31 | | 6 | | 18 | | 1 | | 3 | | 4 | | 7月31日 |
| | 2 | 極起日 | 10.6 | 1979 | 12.2 | 2016 | 18.3 | 1998 | 25.3 | 2015 | 27.7 | 1988 | 30.1 | 1991 | 33.5 | 2000 | 34.2 | 1994 | 32.7 | 2010 | 25.2 | 1998 | 21.2 | 2003 | 16.6 | 1990 | 34.5 | 2010 |
| | | | | 8 | | 14 | | 29 | | 27 | | 20 | | 26 | | 30 | | 12 | | 1 | | 18 | | 2 | | 1 | | 8月6日 |
| | 3 | 極起日 | 10.1 | 1937 | 11.9 | 1990 | 17.6 | 1997 | 24.9 | 1987 | 27.6 | 1974 | 29.4 | 2010 | 33.4 | 1997 | 34.1 | 1985 | 32.3 | 2011 | 25.0 | 2002 | 21.1 | 1962 | 15.7 | 1953 | 34.2 | 1994 |
| | | | | 5 | | 22 | | 29 | | 30 | | 19 | | 26 | | 27 | | 9 | | 3 | | 3 | | 4 | | 1 | | 8月12日 |
| 最低 気温 | 1 | 極起日 | -22.1 | 1938 | -22.4 | 1984 | -18.8 | 1957 | -9.6 | 1941 | -2.8 | 1955 | 1.8 | 1954 | 6.1 | 1976 | 9.0 | 1993 | 1.9 | 1969 | -2.9 | 1950 | -9.6 | 1998 | -17.9 | 1946 | -22.4 | 1984 |
| | | | | 4 | | 18 | | 7 | | 8 | | 2 | | 9 | | 1 | | 3 | | 30 | | 26 | | 22 | | 19 | | 2月18日 |
| | 2 | 極起日 | -20.2 | 1940 | -19.2 | 1986 | -17.8 | 1936 | -9.5 | 1984 | -1.8 | 1947 | 2.2 | 1985 | 6.8 | 1993 | 9.4 | 1953 | 2.6 | 2001 | -2.4 | 1975 | -7.7 | 1969 | -17.2 | 1938 | -22.1 | 1938 |
| | | | | 22 | | 7 | | 5 | | 1 | | 3 | | 15 | | 1 | | 31 | | 22 | | 31 | | 29 | | 28 | | 1月4日 |
| | 3 | 極起日 | -19.9 | 1954 | -18.7 | 1977 | -17.3 | 1957 | -9.3 | 1936 | -1.4 | 1991 | 2.8 | 1937 | 7.1 | 1968 | 9.5 | 1979 | 3.4 | 2017 | -2.0 | 1950 | -7.5 | 1949 | -17.1 | 1935 | -20.2 | 1940 |
| | | | | 28 | | 18 | | 2 | | 1 | | 4 | | 12 | | 2 | | 25 | | 29 | | 25 | | 21 | | 28 | | 1月22日 |

第3-6表 日最小相対湿度の順位（八戸特別地域気象観測所）

（八戸特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1950年～2018年3月

(%)

| 順位 | | 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 極 | 値 | 23 | 21 | 14 | 11 | 9 | 13 | 27 | 29 | 19 | 22 | 21 | 28 | 9 |
| | 起 | 年 | 2014 | 2007 | 1971 | 1998 | 1966 | 2015 | 1971 | 2015 | 2009 | 2017 | 1988 | 2004 | 1966 |
| | 日 | | 30 | 22 | 31 | 21 | 7 | 1 | 1 | 5 | 26 | 1 | 9 | 11 | 5月7日 |
| 2 | 極 | 値 | 26 | 22 | 15 | 12 | 11 | 17 | 30 | 30 | 27 | 24 | 23 | 29 | 11 |
| | 起 | 年 | 1983 | 2001 | 2001 | 2010 | 2005 | 2004 | 2004 | 2009 | 2004 | 1987 | 1987 | 2016 | 2005 |
| | 日 | | 28 | 22 | 22 | 11 | 2 | 18 | 1 | 30 | 9 | 29 | 18 | 3 | 5月2日 |
| 3 | 極 | 値 | 27 | 23 | 16 | 12 | 11 | 19 | 30 | 31 | 28 | 27 | 24 | 30 | 11 |
| | 起 | 年 | 1989 | 2010 | 2015 | 2004 | 1969 | 1961 | 1973 | 2009 | 2001 | 2005 | 1994 | 1971 | 1998 |
| | 日 | | 7 | 25 | 17 | 16 | 12 | 4 | 25 | 23 | 29 | 26 | 7 | 5 | 4月21日 |

第3-7表 日最小相対湿度の順位（むつ特別地域気象観測所）

（むつ特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1950年～2018年3月

(%)

| 順位 | | 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|------|
| | | 極値年 | 1979 | 2001 | 1991 | 2002 | 2016 | 2004 | 1976 | 1979 | 2014 | 2011 | 1994 | 1978 | 2016 |
| 1 | 極起日 | 23 1979 9 | 23 2001 22 | 15 1991 25 | 11 2002 20 | 11 2016 9 | 19 2004 4 | 26 1976 7 | 28 1979 24 | 25 2014 26 | 23 2011 14 | 26 1994 9 | 29 1978 20 | 11 2016 5月9日 | |
| 2 | 極起日 | 29 2017 24 | 25 2001 23 | 17 2004 28 | 12 1987 30 | 14 2015 7 | 21 2015 2 | 27 1993 2 | 28 1976 3 | 25 2001 29 | 23 2007 28 | 27 1989 17 | 30 1996 12 | 11 2002 4月20日 | |
| 3 | 極起日 | 30 2003 2 | 26 2007 24 | 17 1998 30 | 13 2008 23 | 15 2009 19 | 22 2004 5 | 31 2015 10 | 29 1996 25 | 27 1994 4 | 23 2004 16 | 28 1994 10 | 33 1955 13 | 12 1987 4月30日 | |

第3-8表 日降水量の最大値の順位（八戸特別地域気象観測所）

（八戸特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1937年～2018年3月

（mm）

| 順位 | | 月 | | | | | | | | | | | | 年 |
|----|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 1 | 極 | 84.5 | 66.0 | 105.8 | 109.5 | 160.0 | 120.5 | 114.5 | 127.0 | 148.0 | 151.4 | 103.5 | 125.5 | 160.0 |
| | 起 | 1972 | 1991 | 1952 | 2009 | 1982 | 2008 | 2002 | 1986 | 2001 | 1943 | 1990 | 2006 | 1982 |
| | 日 | 16 | 16 | 23 | 26 | 21 | 24 | 11 | 5 | 11 | 3 | 4 | 27 | 5月21日 |
| 2 | 極 | 69.5 | 56.5 | 87.1 | 85.5 | 114.0 | 113.8 | 112.5 | 121.5 | 139.0 | 111.6 | 90.0 | 89.0 | 151.4 |
| | 起 | 2009 | 1972 | 1952 | 1984 | 1968 | 1953 | 2000 | 1969 | 2004 | 1945 | 2002 | 2004 | 1943 |
| | 日 | 10 | 27 | 24 | 20 | 14 | 8 | 8 | 5 | 30 | 11 | 25 | 5 | 10月3日 |
| 3 | 極 | 62.0 | 54.0 | 50.9 | 76.4 | 69.7 | 81.5 | 102.0 | 92.5 | 132.1 | 111.0 | 82.0 | 73.7 | 148.0 |
| | 起 | 1963 | 1937 | 1966 | 1954 | 1955 | 2012 | 1993 | 1991 | 1958 | 1999 | 2007 | 1958 | 2001 |
| | 日 | 6 | 2 | 29 | 12 | 18 | 20 | 28 | 31 | 26 | 28 | 11 | 26 | 9月11日 |

第3-9表 日降水量の最大値の順位（むつ特別地域気象観測所）

（むつ特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1935年～2018年3月

（mm）

| 順位 | | 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|---|---|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 極 | 値 | 79.0 | 89.5 | 86.7 | 100.0 | 68.0 | 160.5 | 110.5 | 162.5 | 158.0 | 113.1 | 109.0 | 91.5 | 162.5 |
| | 起 | 年 | 1981 | 1972 | 1935 | 2009 | 1997 | 1988 | 1985 | 2016 | 2001 | 1955 | 2007 | 2006 | 2016 |
| | 日 | | 2 | 27 | 25 | 26 | 8 | 9 | 1 | 17 | 11 | 7 | 12 | 27 | 8月17日 |
| 2 | 極 | 値 | 75.5 | 63.5 | 76.5 | 75.1 | 65.0 | 88.5 | 90.8 | 162.5 | 148.0 | 97.5 | 93.9 | 87.3 | 162.5 |
| | 起 | 年 | 2010 | 1991 | 1975 | 1948 | 1998 | 1966 | 1941 | 1981 | 1973 | 2006 | 1951 | 1946 | 1981 |
| | 日 | | 5 | 16 | 21 | 24 | 2 | 29 | 23 | 22 | 24 | 7 | 3 | 3 | 8月22日 |
| 3 | 極 | 値 | 71.3 | 57.0 | 73.5 | 69.7 | 62.5 | 87.5 | 90.5 | 118.4 | 143.0 | 94.5 | 71.5 | 67.5 | 160.5 |
| | 起 | 年 | 1949 | 1977 | 1947 | 1951 | 1982 | 1983 | 2002 | 1937 | 1998 | 1979 | 2007 | 1993 | 1988 |
| | 日 | | 1 | 15 | 21 | 12 | 13 | 21 | 11 | 30 | 16 | 1 | 11 | 11 | 6月9日 |

第3-10表 日最大1時間降水量の順位（八戸特別地域気象観測所）

（八戸特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1937年～2018年3月

（mm）

| 順位 | | 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 極値 | | 13.5 | 17.0 | 18.1 | 14.5 | 32.0 | 25.8 | 46.2 | 67.0 | 46.0 | 45.2 | 38.5 | 38.0 | 67.0 |
| | 起年 | | 2007 | 1972 | 1952 | 1981 | 1982 | 1939 | 1947 | 1969 | 1961 | 1960 | 1990 | 2006 | 1969 |
| | 日 | | 6 | 27 | 23 | 20 | 21 | 9 | 22 | 5 | 6 | 8 | 4 | 27 | 8月5日 |
| 2 | 極値 | | 12.4 | 16.9 | 14.4 | 13.0 | 24.5 | 24.5 | 33.5 | 44.5 | 44.5 | 25.5 | 38.0 | 20.7 | 46.2 |
| | 起年 | | 1948 | 1949 | 1941 | 2016 | 1968 | 1984 | 1961 | 1991 | 2001 | 1999 | 1990 | 1953 | 1947 |
| | 日 | | 14 | 6 | 27 | 29 | 14 | 28 | 23 | 31 | 11 | 28 | 5 | 10 | 7月22日 |
| 3 | 極値 | | 11.9 | 11.5 | 13.0 | 13.0 | 16.5 | 23.0 | 29.5 | 41.6 | 33.5 | 24.5 | 19.3 | 10.4 | 46.0 |
| | 起年 | | 1967 | 1972 | 1979 | 1982 | 2002 | 2010 | 1967 | 1950 | 2014 | 1971 | 1937 | 1954 | 1961 |
| | 日 | | 2 | 14 | 30 | 16 | 31 | 20 | 28 | 2 | 12 | 31 | 10 | 12 | 9月6日 |

第3-11表 日最大1時間降水量の順位（むつ特別地域気象観測所）

（むつ特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1937年～2018年3月

（mm）

| 順位 | | 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|---|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | 極値 | 12.0 | 16.0 | 16.0 | 14.0 | 14.5 | 25.4 | 41.5 | 43.3 | 51.5 | 35.9 | 37.0 | 12.0 | 51.5 |
| 1 | 起 | 年 | 1970 | 1972 | 1975 | 2017 | 1997 | 1967 | 1977 | 1960 | 1973 | 1955 | 2012 | 2006 | 1973 |
| | 日 | | 31 | 27 | 21 | 18 | 8 | 26 | 2 | 2 | 24 | 7 | 7 | 27 | 9月24日 |
| 2 | 極 | 値 | 11.5 | 8.5 | 10.0 | 13.0 | 14.0 | 25.0 | 40.5 | 38.5 | 41.0 | 32.0 | 24.5 | 9.7 | 43.3 |
| | 起 | 年 | 2014 | 1979 | 1979 | 1983 | 2011 | 1988 | 1977 | 2016 | 1998 | 1990 | 1990 | 1953 | 1960 |
| | 日 | | 19 | 1 | 30 | 29 | 13 | 9 | 3 | 17 | 16 | 18 | 5 | 10 | 8月2日 |
| 3 | 極 | 値 | 11.5 | 8.5 | 8.9 | 12.5 | 13.0 | 24.7 | 38.5 | 38.5 | 30.0 | 28.0 | 17.5 | 9.5 | 41.5 |
| | 起 | 年 | 2007 | 1977 | 1966 | 1998 | 1947 | 1964 | 2000 | 1975 | 1974 | 1979 | 2007 | 1990 | 1977 |
| | 日 | | 7 | 15 | 29 | 13 | 18 | 27 | 17 | 4 | 24 | 1 | 11 | 1 | 7月2日 |

第3-12表 積雪の深さの月最大値の順位（八戸特別地域気象観測所）

（八戸特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1937年～2018年3月

（c m）

| 順位 | | 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | | | | | | | | | |
| 1 | 極 | 値 | 56 | 92 | 61 | 21 | 0 | 16 | 32 | 92 |
| | 起 | 年 | 1963 | 1977 | 2010 | 1979 | 1964 | 1985 | 1945 | 1977 |
| | 日 | | 27 | 16 | 10 | 3 | 25 | 27 | 15 | 2月16日 |
| 2 | 極 | 値 | 55 | 78 | 55 | 19 | | 12 | 31 | 78 |
| | 起 | 年 | 1994 | 1963 | 1984 | 1941 | — | 1962 | 1938 | 1963 |
| | 日 | | 29 | 4 | 1 | 6 | | 21 | 10 | 2月4日 |
| 3 | 極 | 値 | 52 | 74 | 54 | 15 | | 10 | 30 | 74 |
| | 起 | 年 | 1945 | 1978 | 1983 | 1968 | — | 1947 | 1976 | 1978 |
| | 日 | | 13 | 13 | 3 | 20 | | 27 | 23 | 2月13日 |

第3-13表 積雪の深さの月最大値の順位（むつ特別地域気象観測所）

（むつ特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1935年～2018年3月

（c m）

| 順位 | | 月 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|-----|----|------|------|------|------|---|------|------|-------|-----|
| | | 起日 | 値年 | | | | | | | | |
| 1 | 極起日 | | 97 | 170 | 148 | 92 | | | 23 | 89 | 170 |
| | | | 1936 | 1977 | 1936 | 1984 | — | 1939 | 1947 | 1977 | |
| | | | 30 | 15 | 4 | 1 | | 28 | 24 | 2月15日 | |
| 2 | 極起日 | | 91 | 145 | 122 | 58 | | | 20 | 82 | 148 |
| | | | 1968 | 1968 | 1984 | 1957 | — | 2017 | 1946 | 1936 | |
| | | | 31 | 2 | 1 | 1 | | 20 | 20 | 3月4日 | |
| 3 | 極起日 | | 86 | 113 | 113 | 57 | | | 20 | 66 | 145 |
| | | | 1963 | 1985 | 1947 | 1947 | — | 1970 | 2011 | 1968 | |
| | | | 28 | 14 | 22 | 1 | | 30 | 25 | 2月2日 | |

第3-14表 日最大瞬間風速の順位（八戸特別地域気象観測所）

（八戸特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1951年～2018年3月

（m/s）

| 順位 | | 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 極 | 値 | 34.2 | 41.3 | 35.7 | 37.5 | 37.4 | 28.6 | 36.1 | 39.2 | 41.7 | 40.1 | 38.7 | 35.6 | 41.7 |
| | 風 | 向 | NNW | SW | WNW | SW | WSW | WSW | SW | SW | WSW | WSW | W | WSW | WSW |
| | 起 | 年 | 2007 | 1955 | 2006 | 2012 | 1961 | 1971 | 2009 | 2004 | 2017 | 2002 | 2004 | 2010 | 2017 |
| | 日 | | 7 | 20 | 20 | 4 | 29 | 5 | 13 | 20 | 18 | 2 | 27 | 4 | 9月18日 |
| 2 | 極 | 値 | 33.4 | 36.4 | 34.9 | 35.9 | 35.2 | 27.7 | 29.8 | 35.5 | 38.8 | 35.0 | 35.9 | 34.9 | 41.3 |
| | 風 | 向 | SE | SW | WSW | WSW | SW | WSW | WSW | SW | SSW | N | WSW | NNE | SW |
| | 起 | 年 | 1970 | 2016 | 2015 | 1987 | 2005 | 1998 | 2014 | 1981 | 1991 | 1999 | 1995 | 1957 | 1955 |
| | 日 | | 31 | 14 | 11 | 22 | 19 | 20 | 27 | 23 | 28 | 28 | 8 | 13 | 2月20日 |
| 3 | 極 | 値 | 33.3 | 35.3 | 34.4 | 34.2 | 32.6 | 27.3 | 29.4 | 35.0 | 38.7 | 35.0 | 34.7 | 34.3 | 40.1 |
| | 風 | 向 | NNE | W | WNW | SW | WSW | W | NNE | E | W | WSW | NE | NNW | WSW |
| | 起 | 年 | 2002 | 2004 | 2013 | 2016 | 2011 | 2009 | 2000 | 2016 | 1961 | 1955 | 2007 | 2006 | 2002 |
| | 日 | | 27 | 23 | 2 | 17 | 2 | 23 | 8 | 30 | 17 | 1 | 12 | 27 | 10月2日 |

第3-15表 日最大瞬間風速の順位 (むつ特別地域気象観測所)

(むつ特別地域気象観測所の資料による)

統計期間：1936年～2018年3月

(m/s)

| 順位 | | 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 極値 | 31.8 | 35.9 | 36.9 | 34.8 | 38.9 | 27.4 | 23.1 | 32.1 | 34.7 | 32.7 | 31.8 | 33.5 | 38.9 | |
| | 風向 | NE | WSW | W | W | WSW | SE | WSW | SE | SW | WSW | WSW | W | WSW | |
| | 起年 | 1962 | 1962 | 1973 | 1974 | 1961 | 1964 | 1964 | 2016 | 1991 | 1982 | 2004 | 1987 | 1961 | |
| | 日 | 2 | 11 | 25 | 29 | 29 | 4 | 23 | 30 | 28 | 25 | 27 | 17 | 5月29日 | |
| 2 | 極値 | 31.5 | 35.0 | 34.2 | 34.0 | 31.5 | 27.2 | 22.3 | 32.0 | 33.8 | 32.3 | 31.6 | 33.4 | 36.9 | |
| | 風向 | SW | SW | WSW | SW | WSW | WSW | NW | WSW | E | WSW | WSW | WNW | W | |
| | 起年 | 1948 | 1955 | 1979 | 1975 | 1965 | 1965 | 1961 | 1981 | 1959 | 1976 | 1972 | 1958 | 1973 | |
| | 日 | 6 | 20 | 31 | 6 | 22 | 9 | 22 | 23 | 27 | 21 | 17 | 10 | 3月25日 | |
| 3 | 極値 | 30.7 | 30.8 | 33.3 | 32.0 | 30.3 | 26.6 | 21.6 | 27.4 | 33.4 | 31.6 | 31.2 | 31.9 | 35.9 | |
| | 風向 | WSW | WSW | WNW | WSW | W | WSW | SE | N | ENE | SW | SW | W | WSW | |
| | 起年 | 1966 | 1973 | 1970 | 1987 | 1956 | 2001 | 1958 | 1975 | 1958 | 2002 | 1966 | 2001 | 1962 | |
| | 日 | 29 | 7 | 17 | 22 | 6 | 1 | 2 | 24 | 27 | 2 | 21 | 15 | 2月11日 | |

第3-16表 台風 歴（八戸特別地域気象観測所）

（八戸特別地域気象観測所の資料による）

統計期間：1949年～2018年3月

| 順位 | 最低気圧 (海面) (hPa) | 起年月日 | 最大瞬間風速 (m/s) (記録された月・日・時刻) | 日 降 水 量 (mm) (記録された月・日) | | | 備 考 |
|----|--------------------|--------------|-------------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 966.9 | 1979. 10. 19 | 30.3 (10月20日 2時) | 0.5 (10月18日) | 24.0 (10月19日) | 0.0 (10月20日) | 台風番号7920 |
| 2 | 967.1 | 1981. 8. 23 | 35.5 (8月23日 14時) | 27.5 (8月21日) | 49.5 (8月22日) | 23.5 (8月23日) | 台風番号8115 |
| 3 | 972.0 | 1998. 9. 16 | 28.3 (9月16日 12時) | 8.0 (9月15日) | 64.5 (9月16日) | 0.5 (9月17日) | 台風番号9805 |
| 4 | 972.8 | 1961. 9. 16 | 38.7 (9月17日 2時) | 18.9 (9月15日) | 1.7 (9月16日) | 1.1 (9月17日) | 台風番号6118 (第2室戸台風) |
| 5 | 974.4 | 2016. 8. 30 | 35.0 (8月30日 19時30分) | 14.0 (8月29日) | 91.5 (8月30日) | 0.0 (8月31日) | 台風番号1610 |

第3-17表 台風 歴 (むつ特別地域気象観測所)

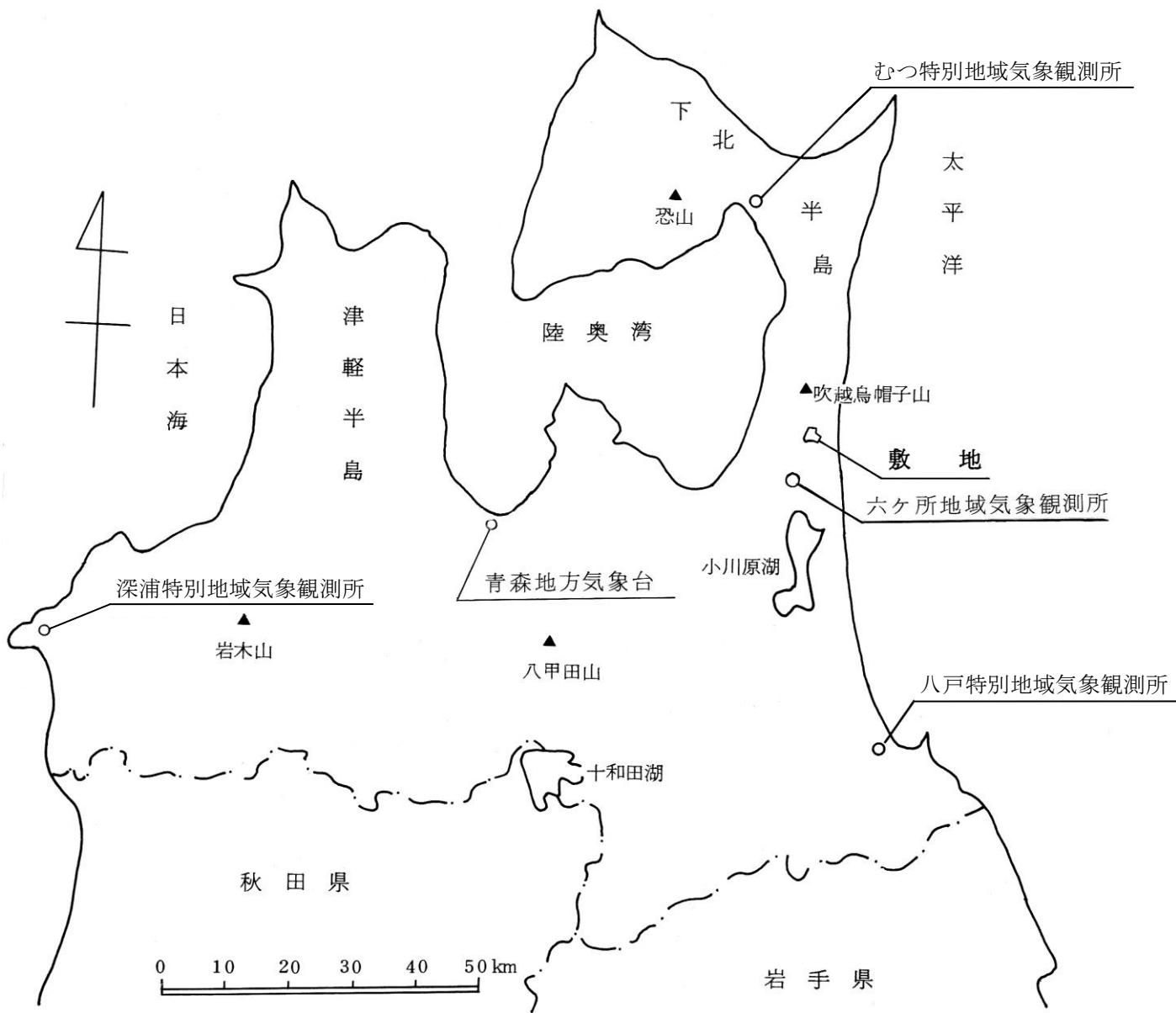
(むつ特別地域気象観測所の資料による)

統計期間：1949年～2018年3月

| 順位 | 最低気圧 (海面) (hPa) | 起年月日 | 最大瞬間風速 (m/s) (記録された月・日・時刻) | 日降水量 (mm) (記録された月・日) | | | 備考 |
|----|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 967.1 | 1979. 10. 19 | 27.4 (10月20日 3時) | 2.5 (10月18日) | 75.5 (10月19日) | 0.0 (10月20日) | 台風番号7920 |
| 2 | 967.5 | 1981. 8. 23 | 32.0 (8月23日 16時) | 162.5 (8月22日) | 88.0 (8月23日) | 0.0 (8月24日) | 台風番号8115 |
| 3 | 972.5 | 1961. 9. 16 | 25.8 (9月17日 2時) | 14.3 (9月15日) | 4.1 (9月16日) | 0.4 (9月17日) | 台風番号6118 (第2室戸台風) |
| 4 | 975.3 | 1991. 9. 28 | 34.7 (9月28日 8時) | 14.0 (9月27日) | 7.0 (9月28日) | 0.0 (9月29日) | 台風番号9119 |
| 5 | 975.9 | 1998. 9. 16 | 24.0 (9月16日 14時) | 3.5 (9月15日) | 143.0 (9月16日) | 0.0 (9月17日) | 台風番号9805 |

第3-18表 再処理施設が立地する地域の周辺における生物の生息状況について

| 新むつ小川原開発基本計画素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 | 282種 | オジロワシ, オオワシ, ミサゴ, オオタカ, | 鳥類 | 文献調査 | 285種 | 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 |
| | 現地調査 | 猛禽類: 9種 一般的な鳥類: 149種 | ノスリ, コミミズク, トビ, カッコウ 等 | | 現地調査 | 184種 | |
| 昆虫類 | 資料調査 | トンボ類: 43種 | イトトンボ, モノサシトンボ, アオイトトンボ, | | | | |
| | 現地調査 | トンボ類: 26種 その他昆虫類: 221種 | カワトンボ, バッタ, ハサミムシ, カムムシ 等 | | | | |
| その他動物種 (両生類・爬虫類) | 資料調査 | 20種以上 | アマガエル, ヤマアカガエル, カナヘビ, シマヘ | | | | |
| | 現地調査 | 6種 | ビ, アオダイショウ 等 | | | | |
| その他動物種 (哺乳類) | 資料調査 | 27種以上 | カモシカ, ツキノワグマ, キツネ, タヌキ, ネズ | 哺乳類 | 文献調査 | 17種 | ジネズミ, ヒミズ, モグラ, ノウサギ, ニホンリス, トウホクヤチネズミ, ツキノ |
| | 現地調査 | 7種 | ミ類, モグラ類 等 | | 現地調査 | 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, 鷹架沼: 21種, 尾駱沼: 44種) | ヤツメウナギ, ウナギ, サケ, アユ, コイ, ドジ | 水生動物 | 二又川(現地調査) | | ・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 |
| | | 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 | ョウ, ナマズ, ボラ 等 | | ・底生生物: 春季15種, 夏季2種 秋季4種, 冬季10種 ・魚類: 未確認 | | |
| その他動物種 (底生生物) | 資料調査 | 尾駱沼: 甲殻類(ケアザガニ, アリアケトキ等), 昆虫類(ユスリカの一種), 節足動物(カワチツボ等), 二枚貝(シトリアイ等), 多毛類(ヤマトシオ等), 貧毛目(トミミズ等) | 尾駱沼: 甲殻類(ミズムシ等), 昆虫類(オユスリカ等), 二枚貝(カラスガイ等), 貧毛目(トミミズ等), 線形動物 | 尾駱沼(現地調査) | 尾駱沼(現地調査) | | ・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, ヨウジウオ及びハゼ亜目の稚仔 ・腹足綱の幼生 等 |
| | | 鷹架沼: 甲殻類(ミズムシ等), 昆虫類(オユスリカ等), 二枚貝(カラスガイ等), 貧毛目(トミミズ等), 線形動物 | | | 高瀬川周辺: 環形動物(ゴカイ等), 軟体動物(カワザンショウ等), 節足動物(ウミナガ等), 脊椎動物(マハゼ) | ・潮間帯生物: 春季16種, 夏季19種 秋季21種, 冬季25種 ・底生生物: 春季22種, 夏季22種 秋季30種, 冬季35種 ・魚類: 春季10種, 夏季3種 秋季5種, 冬季4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 秋季32種, 冬季26種 | |
| 水生植物 | 資料調査 | 尾駱沼及び鷹架沼の植物 主な水生植物: マコモ, ヨシ, ツルヨシ, クサヨシ, ホタルイ, サンカクイ 等 湖岸の湿原: ヤチヤナギ, ヤチハンノキ, アゼスゲ, カモノハシ 等 河口付近: ウミミドリ, オオシバナ, イヌイ 等 | 水生植物 | 二又川(現地調査) | | ・珪藻 ・緑藻, 種子植物のコアマモ 等 ・珪藻 | |
| | | 田面木沼及び市柳沼の植物 尾駱沼及び鷹架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 | | 尾駱沼(現地調査) 海藻草類: 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 | | | |



第3-1図 気象官署の所在地

4. 自然現象

再処理施設の安全機能を有する施設（以下「外部事象防護対象施設」という。）に加え、それらを内包する建屋を外部事象から防護する対象（以下「外部事象防護対象施設等」という。）とする。外部事象防護対象施設等は、想定される自然現象に対して機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障の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。

再処理施設の設計において考慮する自然現象の抽出及び抽出した自然現象に対する安全設計について以下に示す。

4. 1 自然現象の抽出

再処理施設の設計に当たっては、国内外の文献から自然現象（地震及び津波を除く。）を抽出し、さらに事業指定基準規則の解釈第9条に示される洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地滑り，火山の影響，生物学的事象，森林火災等の自然現象を含め，それぞれの事象について再処理施設の設計上の考慮の要否を検討する。設計上の考慮の要否の検討に当たっては，再処理施設の立地，周辺環境及び海外の文献における選定基準を踏まえ，発生頻度が極低頻度と判断される事象，敷地周辺では起こり得ない事象，事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象，再処理施設に影響を及ぼさない事象及び他の事象に包含できる事象を除外し，いずれにも該当しない事象を再処理施設の安全性に影響を与える可能性のある事象として選定する。

検討の結果，設計上の考慮を必要とする事象は，第4-1表に示す風（台風），竜巻（「第9条_竜巻」にて説明），凍結，高温，降水，

積雪，落雷（「第9条_落雷」にて説明），火山の影響（「第9条_火山」にて説明），生物学的事象，森林火災（「第9条_外部火災」にて説明）及び塩害といった自然現象とし，敷地及び周辺地域の過去の記録並びに現地調査を参考にして，予想される最も過酷と考えられる条件を適切に考慮する。

【補足説明資料 4-1， 4-2】

4. 2 自然現象に対する安全設計

4. 2. 1 風（台風）

敷地付近で観測された日最大瞬間風速は，八戸特別地域気象観測所での観測記録（1951年～2018年3月）で41.7m/s（2017年9月18日）である。外部事象防護対象施設等の設計に当たっては，この観測値を基準とし，建築基準法に基づき算出する風荷重に対して安全機能を損なわない設計とする。建築基準法に基づく風荷重は，設計竜巻の最大風速（100m/s）による風荷重を大きく下回るため，風（台風）に対する安全設計は竜巻に対する防護設計に包含される。

4. 2. 2 凍 結

敷地付近で観測された日最低気温は，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-22.4℃（1984年2月18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-15.7℃（1953年1月3日）である。外部事象防護対象施設等の設計に当たっては，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を参考にし，保温，冷却塔の運転台数の調整及び循環ポンプの継続運転の凍結防止対策を行うことにより，外気温-15.7℃に対して安全機能を損なわない設計とする。

4. 2. 3 高 温

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、外部事象防護対象施設等の設計においては、屋内設備については換気空調設備により環境温度を維持することとし、屋外設備については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29℃において放射性物質の崩壊熱除去を適切に行える設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。

【補足説明資料4-3, 4-12】

4. 2. 4 降 水

敷地付近で観測された日最大降水量は、八戸特別地域気象観測所での観測記録（1937年～2018年3月）で160.0mm（1982年5月21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162.5mm（2016年8月17日）である。また、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。

外部事象防護対象施設等の設計に当たっては、八戸観測所及びむつ観測所で観測された最大日降水量及び最大1時間降水量を想定して、

敷地内の排水設計を行うとともに、「溢水による損傷の防止に関する設計」のうち「その他の要因による溢水」に対する防護設計と同様に、安全機能を有する施設を収納する建屋の出入口等の開口部を流入経路とならない高さに設置すること及び建屋貫通部の止水処理により、雨水が当該建屋に浸入することを防止することで、安全機能を有する施設の安全機能を損なわない設計とする。

【補足説明資料4-13】

4. 2. 5 積 雪

建築基準法施工令第86条では六ヶ所村における垂直積雪量は150 c m
となっているが、敷地付近で観測された最深積雪は、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170 c m（1977
年2月15日）であり、六ヶ所地域気象観測所での観測記録（1975年～2
002年）による最深積雪量は190 c m（1977年2月）である。したがっ
て、積雪荷重に対しては、六ヶ所地域気象観測所での最厳値である190
c mを考慮し、建築基準法に基づき算出する積雪荷重に対して、安全
機能を損なわない設計とする。また、換気設備の給気系においては防
雪フードを設置し、降雪時に雪を取り込み難い設計するとともに、
給気を加熱することにより、雪の取り込みによる給気系の閉塞を防止
し、安全機能を損なわない設計とする。

4. 2. 6 生物学的事象

生物学的事象として考慮する対象生物は、敷地周辺の生物の生息状況の調査に基づいて鳥類、昆虫類、小動物、魚類、底生生物及び藻類を生物学的事象にて考慮する対象生物に選定し、これらの生物が再処理施設へ侵入すること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。

換気設備の外気取入口、ガラス固化体貯蔵設備の冷却空気入口シャフト及び冷却空気出口シャフト、屋外に設置する電気設備並びに給水処理設備に受け入れる水の取水口には、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。

具体的には、換気設備の外気取入口並びにガラス固化体貯蔵設備の冷却空気入口シャフト及び冷却空気出口シャフトにはバードスクリーン又はフィルタを設置することにより、鳥類及び昆虫類の侵入を防止

又は抑制する設計とする。

屋外に設置する電気設備は、密封構造、メッシュ構造、シール処理を施す構造又はこれらを組み合わせることにより、鳥類、昆虫類及び小動物の侵入を防止又は抑制する設計とする。

二又川から給水処理設備に水を受け入れる取水口にはスクリーンを設置することにより、魚類及び底生生物の侵入並びに藻類の取込みを防止又は抑制する設計とする。

【補足説明資料3-2】

4. 2. 7 塩 害

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。再処理施設は海岸から約5km離れており、塩害の影響は小さいと考えられるが、換気設備の建屋給気ユニットには粒子フィルタを設置し、屋内の施設への塩害の影響を防止する設計とする。また、直接外気を取り込むガラス固化体貯蔵設備の収納管及び通風管には防食処理（アルミニウム溶射）を施す設計とする。屋外の施設にあつては、塗装、腐食し難い金属を用いることにより腐食を防止するとともに、受電開閉設備については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。

【補足説明資料4-4, 4-5, 4-6】

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

抽出した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（11事象）に地震を加えた計12事象について、組合せを網羅的に検討する。この組合せが再処理施設に与える影響について、①重畳が考えられない組合せ、②いずれの事象も発生頻度が低く重畳を考慮す

る必要のない組合せ，③いずれかの事象に代表される組合せ，④再処理施設に及ぼす影響が異なる組合せ，⑤それぞれの荷重が相殺する組合せ及び⑥一方の事象の条件として考慮されている組合せを除外し，いずれにも該当しないものを再処理施設の設計において想定する組合せとする。その結果，①から⑥のいずれにも該当しない設計上考慮すべき自然現象の組合せとして，積雪と風（台風），積雪と竜巻，積雪と火山の影響（降灰），積雪と地震，風（台風）と火山の影響（降灰）及び風（台風）と地震の組合せが抽出され，それらの組合せに対して安全機能を有する施設の安全機能が損なわれない設計とする。重畳を想定する自然現象の組合せの検討結果を第4-2表に示す。

外部事象防護対象施設に作用させる荷重には，設計基準事故時に生ずる応力の組み合わせを適切に考慮する。設計基準事故は，設備や系統における内部事象を起因とするものであり，かつ外部からの衝撃である自然現象又は自然現象の組合せにより安全機能を損なわない設計とするため，自然現象と設計基準事故の因果関係は認められず，自然現象又は自然現象の組み合わせによる影響及び時間的变化による設計基準事故への進展も考えられない。したがって，自然現象と設計基準事故の組合せは考慮しない。

【補足説明資料4-8，4-14，4-10】

第4-1表 事象（自然現象）の抽出及び検討結果

| No. | 事象 | 除外の基準 ^{注1} | | | | | 除外する理由 | 設計上の考慮 ^{注2} |
|-----|-----------|---------------------|-----|-----|-----|-----|--|----------------------|
| | | 基準1 | 基準2 | 基準3 | 基準4 | 基準5 | | |
| 1 | 地震 | × | × | × | × | × | 「第七条 地震による損傷の防止」にて考慮。 | — |
| 2 | 地盤沈下 | × | × | × | × | × | 「第六条 安全機能を有する施設の地盤」にて考慮。 | — |
| 3 | 地盤隆起 | × | × | × | × | × | 「第六条 安全機能を有する施設の地盤」にて考慮。 | — |
| 4 | 地割れ | × | × | × | × | × | 「第六条 安全機能を有する施設の地盤」にて考慮。 | — |
| 5 | 地滑り | × | ○ | × | × | × | 空中写真の判読結果によると、リニアメント及び変動地形は判読されない。また、敷地は標高約55mに造成されており、地滑りのおそれのある急斜面はない。 | × |
| 6 | 地下水による地滑り | × | ○ | × | × | × | 同上 | × |
| 7 | 液化化現象 | × | × | × | × | × | 「第六条 安全機能を有する施設の地盤」にて考慮。 | — |
| 8 | 泥湧出 | × | × | × | × | × | 「第六条 安全機能を有する施設の地盤」にて考慮。 | — |
| 9 | 山崩れ | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺には山崩れのおそれのある急斜面は存在しない。 | × |
| 10 | 崖崩れ | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺には崖崩れのおそれのある急斜面は存在しない。 | × |
| 11 | 津波 | × | × | × | × | × | 「第八条 津波による損傷の防止」にて考慮。 | — |
| 12 | 静振 | × | × | × | ○ | × | 敷地周辺に尾駁沼及び鷹架沼があるが、再処理施設は標高約55mに造成された敷地に設置するため、静振による影響を受けない。 | × |
| 13 | 高潮 | × | × | × | ○ | × | 再処理施設は海岸から約5km、標高約55mに位置するため、高潮による影響を受けない。 | × |
| 14 | 波浪・高波 | × | × | × | ○ | × | 再処理施設は海岸から約5km、標高約55mに位置するため、波浪・高波による影響を受けない。 | × |
| 15 | 高潮位 | × | × | × | ○ | × | 再処理施設は海岸から約5km、標高約55mに位置するため、高潮位により再処理施設に影響を及ぼすことはない。 | × |
| 16 | 低潮位 | × | × | × | ○ | × | 再処理施設は海岸から約5km、標高約55mに位置するため、低潮位により再処理施設に影響を及ぼすことはない。 | × |
| 17 | 海流異変 | × | × | × | ○ | × | 再処理施設は海岸から約5km、標高約55mに位置するため、海流異変により再処理施設に影響を及ぼすことはない。 | × |
| 18 | 風（台風） | × | × | × | × | × | | ○ |
| 19 | 竜巻 | × | × | × | × | × | | ○ |

(つづき)

| No. | 事象 | 除外の基準 ^{注1} | | | | | 除外する理由 | 設計上の考慮 ^{注2} |
|-----|--------|---------------------|-----|-----|-----|-----|--|----------------------|
| | | 基準1 | 基準2 | 基準3 | 基準4 | 基準5 | | |
| 20 | 砂嵐 | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺に砂漠や砂丘はない。 | × |
| 21 | 極限的な気圧 | × | × | × | × | ○ | 「竜巻」の影響評価（気圧差）に包含される。 | × |
| 22 | 降水 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 23 | 洪水 | × | ○ | × | × | × | 再処理施設は標高約 55mに造成された敷地に設置し、二又川は標高約 5mから約 1mの低地を流れているため、再処理施設に影響を与える洪水は起こり得ない。 | × |
| 24 | 土石流 | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺の地形及び表流水の状況から、土石流は発生しない。 | × |
| 25 | 降雹 | × | × | × | × | ○ | 「竜巻」の影響評価（飛来物）に包含される。 | × |
| 26 | 落雷 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 27 | 森林火災 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 28 | 草原火災 | × | × | × | × | ○ | 「森林火災」の影響評価に包含される。 | × |
| 29 | 高温 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 30 | 凍結 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 31 | 氷結 | × | × | × | ○ | × | 二又川の氷結により取水設備に影響を及ぼすことはない。 | × |
| 32 | 氷晶 | × | × | × | ○ | × | 氷晶により再処理施設に影響を及ぼすことはない。 | × |
| 33 | 氷壁 | × | × | × | ○ | × | 周辺の地形から氷河、氷山が再処理施設へ影響を及ぼすことはない。 | × |
| 34 | 高水温 | × | × | × | ○ | × | 河川の温度変化が、取水設備へ影響を及ぼすことはない。 | × |
| 35 | 低水温 | × | × | × | ○ | × | 同上 | × |
| 36 | 干ばつ | × | ○ | ○ | × | × | 過去の実績からすると、干ばつによって二又川からの取水が不可能となることはない。また、貯水槽等の容量と使用量から、干ばつによる影響はない。 | × |
| 37 | 霜 | × | × | × | ○ | × | 霜により再処理施設に影響を及ぼすことはない。 | × |
| 38 | 霧 | × | × | × | ○ | × | 霧により再処理施設に影響を及ぼすことはない。 | × |
| 39 | 火山の影響 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 40 | 熱湯 | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺に熱湯の発生源はない。 | × |
| 41 | 積雪 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 42 | 雪崩 | × | ○ | × | × | × | 周辺の地形から雪崩は発生しない。 | × |
| 43 | 生物学的事象 | × | × | × | × | × | | ○ |

(つづき)

| No. | 事象 | 除外の基準 ^{注1} | | | | | 除外する理由 | 設計上の考慮 ^{注2} |
|-----|-------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|--|----------------------|
| | | 基準1 | 基準2 | 基準3 | 基準4 | 基準5 | | |
| 44 | 動物 | × | × | × | × | ○ | 「生物的事象」の影響評価に包含される。 | × |
| 45 | 塩害 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 46 | 隕石 | ○ | × | × | × | × | 隕石の衝突は、極低頻度な事象である。 | × |
| 47 | 陥没 | × | × | × | × | × | 「第六条 安全機能を有する施設の地盤」にて考慮。 | — |
| 48 | 土壌の収縮・膨張 | × | × | × | × | × | 「第六条 安全機能を有する施設の地盤」にて考慮。 | — |
| 49 | 海岸浸食 | × | × | × | ○ | × | 再処理施設は海岸から約5 kmに位置することから、海岸浸食が再処理工場に影響を与えることはない。 | × |
| 50 | 地下水による浸食 | × | ○ | × | × | × | 敷地の地下水の調査結果から、再処理施設に影響を与える地下水による浸食は起こり得ない。 | × |
| 51 | カルスト | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺はカルスト地形ではない。 | × |
| 52 | 海氷による川の閉塞 | × | × | × | ○ | × | 二又川の海氷による閉塞が、取水設備へ影響を及ぼすことはない。 | × |
| 53 | 湖若しくは川の水位降下 | × | × | × | × | ○ | 「干ばつ」の影響評価に包含される。 | × |
| 54 | 河川の流路変更 | × | ○ | × | × | × | 敷地近傍の二又川は谷を流れており、取水に影響を及ぼす大きな河川の流路変更が発生することはない。 | × |
| 55 | 毒性ガス | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺には毒性ガスの発生源はない。 | × |

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1：発生頻度が極低頻度と判断される事象

基準2：敷地周辺では起こり得ない事象

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

基準4：再処理施設に影響を及ぼさない事象

基準5：他の事象に包含できる事象

○： 基準に該当する

×： 基準に該当しない

注2：要否の標記は、以下のとおり。

○：設計上考慮する必要のある事象

—：設計上考慮する必要のある事象（他の条文において適合性の確認を行う事象）

×：設計上の考慮を必要としない事象

第4-2表 重疊を想定する自然現象の組合せの検討結果

| | 風 (台風) | 竜巻 | 降水 | 落雷 | 森林 火災 | 高温 | 凍結 | 火山の 影響 | 積雪 | 生物学 的事象 | 塩害 | 地震 |
|--------|-----------|----|----|----|----------|----|----|-----------|----|------------|----|----|
| 風 (台風) | | | | | | | | | | | | |
| 竜巻 | ③ | | | | | | | | | | | |
| 降水 | ④ | ④ | | | | | | | | | | |
| 落雷 | ④ | ④ | ④ | | | | | | | | | |
| 森林火災 | ⑥ | ④ | ⑤ | ④ | | | | | | | | |
| 高温 | ④ | ④ | ④ | ④ | ⑥ | | | | | | | |
| 凍結 | ④ | ④ | ①④ | ④ | ④⑤ | ① | | | | | | |
| 火山の影響 | ○ | ② | ⑥ | ④ | ④ | ④ | ④ | | | | | |
| 積雪 | ○ | ○ | ①⑤ | ④ | ④⑤ | ①⑤ | ④ | ○ | | | | |
| 生物学的事象 | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | | | |
| 塩害 | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | | |
| 地震 | ○ | ② | ④ | ④ | ④ | ④ | ④ | ② | ○ | ④ | ④ | |

<凡例>

- ①： 重疊が考えられない組合せ
- ②： いずれの事象も発生頻度が低く重疊を考慮する必要のない組合せ
- ③： いずれかの事象に代表される組合せ
- ④： 再処理施設に及ぼす影響が異なる組合せ
- ⑤： それぞれの荷重が相殺する組合せ
- ⑥： 一方の事象の条件として考慮する組合せ
- ： 重疊を考慮する組合せ

5. 人為事象

安全機能を有する施設は、想定される人為事象に対して機能を維持すること若しくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障の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。

再処理施設の設計において考慮する人為事象の抽出及び抽出した人為事象に対する安全設計について以下に示す。

5. 1 人為事象の抽出

再処理施設の設計に当たっては、国内外の文献から人為事象を抽出し、さらに事業指定基準規則の解釈第9条に示される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等の人為事象を含め、それぞれの事象について再処理施設の設計上の考慮の要否を検討する。設計上の考慮の要否の検討に当たっては、再処理施設の立地、周辺環境及び海外の文献における選定基準を踏まえ、発生頻度が極低頻度と判断される事象、敷地周辺では起こり得ない事象、事象の進展が緩慢で対策を講ずることができる事象、再処理施設に影響を及ぼさない事象及び他の事象に包含できる事象を除外し、いずれにも該当しない事象を再処理施設の安全性に影響を与える可能性のある事象として選定する。

検討の結果、設計上の考慮を必要とする事象は、第5-1表に示す航空機落下（「第9条_航空機落下」にて説明）、爆発（「第9条_外部火災」にて説明）、近隣工場等の火災（「第9条_外部火災」にて説明）、有毒ガス、電磁的障害及び敷地内における化学物質の漏えいといった人為事象とし、敷地及び周辺地域の過去の記録並びに現地調査を参考にして、予想される最も過酷と考えられる条件を適切に考慮す

る。

【補足説明資料5-1, 5-2, 5-3】

5. 2 人為事象に対する安全設計

5. 2. 1 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。再処理施設周辺には周辺監視区域が設定されているため、再処理施設と近隣の施設や周辺道路との間には離隔距離が確保されていることから、有毒ガスの漏えいを考慮した場合でも、中央制御室の居住性を損なうことはない。また、周辺海域を移動中の可動施設からの有毒ガスの漏えいを想定した場合も同様に離隔距離が確保されていることから、中央制御室の居住性を損なうことはない。

再処理施設の敷地内において化学物質を貯蔵する施設については、化学物質が漏えいし難い設計とする。また、制御建屋中央制御室換気設備は、外気取入口を遮断し制御建屋の中央制御室内空気の再循環運転を行うことができる設計とするため、再処理施設敷地内において化学物質の漏えいが発生した場合においても、中央制御室の居住性を損なうことはない。

なお、制御建屋以外の建屋については、安全機能維持の観点から運転員の居住性を考慮する必要はない。

5. 2. 2 電磁的障害

計測制御設備のうち安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な計測制御設備及び安全保護回路は、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。

5. 2. 3 敷地内における化学物質の漏えい

敷地内にて運搬及び貯蔵又は使用される化学物質としては、試薬建屋の機器に内包される化学薬品、各建屋の機器に内包される化学薬品並びに試薬建屋への受入れの際に運搬される化学物質がある。敷地内において化学物質を貯蔵する施設については化学物質が漏えいし難い設計とするため、人為事象として試薬建屋への受入れの際に運搬される化学物質の漏えいを想定する。

これらの化学物質の漏えいによる影響としては再処理施設に直接被水すること等による安全機能への影響及び漏えいした化学物質の反応等によって発生する有毒ガスによる人体への影響が考えられる。

屋外で運搬又は受入れ時に化学物質の漏えいが発生したとしても、冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止、遮蔽並びに閉じ込めの安全機能を有する施設へ直接被水することはないため、当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。

一方、人体への影響の観点から、再処理施設の運転員に対する影響を想定し、制御建屋中央制御室換気設備は、外気取入口を遮断し制御建屋の中央制御室内空気の再循環運転を行うことができる設計とすることから、再処理施設敷地内において化学物質の漏えいが発生した場合においても、中央制御室の居住性を損なうことはない。

なお、制御建屋以外の建屋については、安全機能維持の観点から運転員の居住性を考慮する必要はない。

5. 3 手順等

有毒ガスが発生した場合，必要に応じて制御建屋中央制御室換気設備の外気取入口を遮断し，制御建屋の中央制御室内空気を再循環する措置を講ずることにより，運転員への影響を防止するよう手順を整備する。

【補足説明資料5-6， 5-7】

第5-1表 事象（人為による事象）の抽出及び検討結果

| No. | 事象 | 除外の基準 ^{注1} | | | | | 除外する理由 | 設計上の考慮 ^{注2} |
|-----|-------------------------|---------------------|-----|-----|---------|---------------|---|----------------------|
| | | 基準1 | 基準2 | 基準3 | 基準4 | 基準5 | | |
| 1 | 船舶事故による油流出 | × | × | × | ○ | × | 再処理施設は、海岸から約5km離れており影響を受けない。 | × |
| 2 | 船舶事故（爆発、化学物質の漏えい） | × | × | × | ○ | × | 同上 | × |
| 3 | 船舶の衝突 | × | × | × | ○ | × | 同上 | × |
| 4 | 航空機落下 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 5 | 鉄道事故（爆発、化学物質の漏えい） | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺には鉄道路線がない。 | × |
| 6 | 鉄道の衝突 | × | ○ | × | × | × | 同上 | × |
| 7 | 交通事故（爆発、化学物質の漏えい） | × | × | × | ○ 爆発 | ○ 化学物質の漏えい | 冷却、水素掃気、火災及び爆発の防止、臨界防止、遮蔽並びに閉じ込めの安全機能を有する施設は、幹線道路から400m以上離れており、爆発により当該安全機能に影響を及ぼすことは考えられない。化学物質の漏えいについては、「敷地内における化学物質の漏えい」の影響評価に含まれる。 | × |
| 8 | 自動車の衝突 | × | × | × | ○ | × | 周辺監視区域の境界にはフェンスを設置しており、自動車の衝突による影響を受けない。敷地内の運転に際しては速度制限を設けており、安全機能に影響を与えるような衝突は考えられない。 | × |
| 9 | 爆発 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 10 | 工場事故（爆発、化学物質の漏えい） | × | × | × | × | ○ | 「爆発」、「近隣工場等の火災」及び「敷地内における化学物質の漏えい」の影響評価に含まれる。 | × |
| 11 | 鉱山事故（爆発、化学物質の漏えい） | × | ○ | × | × | × | 敷地周辺には、爆発、化学物質の漏えいの事故を起こすような鉱山はない。 | × |
| 12 | 土木・建築現場の事故（爆発、化学物質の漏えい） | × | × | × | ○ | × | 敷地内での工事は十分に管理されること及び敷地外での工事は敷地境界から再処理施設まで距離があることから、再処理施設に影響を及ぼすような土木・建築現場の事故の発生は考えられない。 | × |
| 13 | 軍事基地の事故（爆発、化学物質の漏えい） | × | ○ | × | × | × | 三沢基地は敷地から約28km離れており影響を受けない。 | × |
| 14 | 軍事基地からの飛来物 | ○ | × | × | × | × | 軍事基地からの飛来物は、極低頻度な事象である。 | × |
| 15 | パイプライン事故（爆発、化学物質の漏えい） | × | ○ | × | × | × | むつ小川原国家石油備蓄基地の陸上移送配管は、1.2m以上の地下に埋設されるとともに、漏えいが発生した場合は、配管の周囲に設置された漏油検知器により緊急遮断弁が閉止されることから、火災の発生は想定し難い。 | × |

(つづき)

| No. | 事象 | 除外の基準 ^{注1} | | | | | 除外する理由 | 設計上の考慮 ^{注2} |
|-----|-----------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|--|----------------------|
| | | 基準1 | 基準2 | 基準3 | 基準4 | 基準5 | | |
| 16 | 敷地内における化学物質の漏えい | × | × | × | × | × | | ○ |
| 17 | 人工衛星の落下 | ○ | × | × | × | × | 人工衛星の衝突は、極低頻度な事象である。 | × |
| 18 | ダムの崩壊 | × | ○ | × | × | × | 敷地の周辺にダムはない。 | × |
| 19 | 電磁的障害 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 20 | 掘削工事 | × | × | × | ○ | × | 敷地内での工事は十分に管理されること及び敷地外での工事は敷地境界から再処理施設まで距離があることから、再処理施設に影響を及ぼすような掘削工事による事故の発生は考えられない。 | × |
| 21 | 重量物の落下 | × | × | × | ○ | × | 重量物の運搬等は十分に管理されることから、再処理施設に影響を及ぼすような重量物の落下は考えられない。 | × |
| 22 | タービンミサイル | × | ○ | × | × | × | 敷地内にタービンミサイルを発生させるようなタービンはない。 | × |
| 23 | 近隣工場等の火災 | × | × | × | × | × | | ○ |
| 24 | 有毒ガス | × | × | × | × | × | | ○ |

注1：除外の基準は、以下のとおり。

基準1：発生頻度が極低頻度と判断される事象

基準2：敷地周辺では起こり得ない事象

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

基準4：再処理施設に影響を及ぼさない事象

基準5：他の事象に包含できる事象

○：基準に該当する

×

注2：要否の標記は、以下のとおり。

○：設計上考慮する必要のある事象

－：設計上考慮する必要のある事象（他の条文において適合性の確認を行う事象）

×

2 章 補足説明資料

第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(その他)

| 再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料 | | | | 備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載) |
|------------------------|--------------------------------|-------|-----|------------------------------------|
| 資料No. | 名称 | 提出日 | Rev | |
| 補足説明資料1-1 | 事業指定基準規則と既認可実績との比較 | 11/6 | 0 | 新規作成 |
| 補足説明資料1-2 | 外部からの衝撃に対する適合性の評価フロー | 11/6 | 1 | 別添資料-1 2.外部からの衝撃に対する適合性の評価フロー |
| 補足説明資料1-3 | アクセス性・視認性 | 11/6 | 0 | 別添資料2 アクセス性・視認性について |
| 補足説明資料1-4 | 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 | 11/6 | 0 | 添付1 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 |
| 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 | 11/6 | 2 | 添付6 比較的短期での気象変動に対する考慮について |
| 補足説明資料3-2 | 生物学的事象に対する考慮 | 10/18 | 0 | 別添資料-2 2.9 生物学的事象 |
| 補足説明資料3-3 | 設計基準としての設定値の妥当性 | 11/6 | 1 | 添付7 設計基準としての設定値の妥当性について |
| 補足説明資料4-1 | 地滑り影響評価 | 10/18 | 1 | 参考資料-1 地滑り影響評価について |
| 補足説明資料4-2 | 洪水影響評価 | 10/18 | 0 | 別添資料-2 2.1 洪水 |
| 補足説明資料4-3 | 高温影響評価 | 10/18 | 0 | 別添資料-2 2.6 高温 |
| 補足説明資料4-4 | 塩害影響評価 | 10/18 | 0 | 別添資料-2 2.10 塩害 |
| 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 | 11/6 | 1 | 新規作成 |
| 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 | 10/18 | 0 | 新規作成 |
| 補足説明資料4-7 | 設計基準としての設定値の妥当性 | 10/11 | 0 | 補足説明資料3-3に移動 |
| 補足説明資料4-8 | 自然現象の重畳について | 11/6 | 1 | 新規作成 |
| 補足説明資料4-9 | 地震と組み合わせるべき外部事象について | 10/18 | 0 | 整理資料本文に記載内容を移動 |
| 補足説明資料4-10 | 設計基準事故時に生ずる応力の考慮について | 11/6 | 1 | 新規作成 |
| 補足説明資料4-11 | 低温・凍結に対する評価 | 11/6 | 0 | 新規作成 |

第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(その他)

| 再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料 | | | | 備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載) |
|------------------------|---------------------------|-------|-----|--------------------------------|
| 資料No. | 名称 | 提出日 | Rev | |
| 補足説明資料4-12 | 高温に対する評価 | 11/6 | 0 | 新規作成 |
| 補足説明資料4-13 | 降水による浸水及び荷重の影響評価 | 11/6 | 0 | 添付2 降水による浸水及び荷重の影響評価 |
| 補足説明資料4-14 | 設計上想定を超える自然現象に対応した手順について | 11/6 | 0 | 新規作成 |
| 補足説明資料5-1 | ダムの崩壊影響評価 | 10/18 | 0 | 別添資料-2 2.2 ダムの崩壊 |
| 補足説明資料5-2 | 船舶の衝突影響評価 | 11/6 | 1 | 別添資料-2 2.3 船舶の衝突 |
| 補足説明資料5-3 | 外部人為事象に関わる重量の影響について | 11/6 | 1 | 新規作成 |
| 補足説明資料5-4 | 電磁的障害影響評価 | 10/18 | 0 | 別添資料-2 2.13 電磁的障害 |
| 補足説明資料5-5 | 安全保護回路の主なサージ・ノイズ,電磁波対策 | 10/18 | 1 | 添付5 安全保護回路の主なサージ・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 | 10/11 | 0 | 添付8 ASME判断基準と考慮すべき事象の除外基準との比較 |
| 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 | 11/6 | 1 | 添付9 考慮した外部事象についての対応状況 |

令和元年 11 月 6 日 R 1

補足説明資料 1 - 1 (9 条 その他)

表 1. 事業指定基準規則 9 条（その他外部影響）と既認可実績との比較

| 事業指定基準規則 | 許認可実績等 | 新規制要求を踏まえた適合方針 | 比較結果 |
|--|--|---|--|
| <p>（外部からの衝撃による損傷の防止） 第九条 安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震、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らない。 （解釈） 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重大事故等対処設備への措置を含む。 2 第 1 項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等をいう。</p> | <p>事業指定申請書 本文 ロ. (6)(iv) 再処理施設は、敷地で予想される台風、異常寒波、豪雪等の自然現象によってもその安全機能が損なわれることのない構造及び配置とする。</p> | <p>ロ. 再処理施設の一般構造 (7)(i)(a) 外部からの衝撃による損傷の防止 (ハ) 竜巻、落雷、森林火災及び火山の影響以外の自然現象 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（11事象）のうち、「竜巻に対する設計方針」、「落雷に対する設計方針」、「火山の影響に対する設計方針」及び「外部火災に対する設計方針」に示したもの以外のその他自然現象（7事象）については、以下のとおり、安全機能を有する施設の安全機能が損なわれないよう設計する。</p> | <p>設計上考慮する自然現象は、事業指定基準規則の解釈に例示される「想定される自然現象」を参考に、再処理施設の立地、周辺環境及び海外の文献にける選定基準を踏まえて、再処理施設の安全性に影響を与える可能性のある事象として選定する（本表 3 ページ参照）。 本文記載事項に対する設計方針は、添付資料六「1.9.9 外部からの衝撃による損傷の防止」に記載する。</p> |

緑字：事業指定基準規則と再処理施設安全審査指針を比較した際、同等の要求事項の箇所

赤字：事業指定基準規則と再処理施設安全審査指針を比較した際、新たに要求事項が明確化された箇所

| 事業指定基準規則 | 許認可実績等 | 新規制要求を踏まえた適合方針 | 比較結果 |
|---|--------|---|--|
| <p>3 第1項に規定する「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」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として当該施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。</p> | | <p>(ト) 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</p> <p>抽出した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（11事象）について、組合せを網羅的に検討する。この組合せが再処理施設に与える影響について、①重畳が考えられない組合せ、②いずれの事象も発生頻度が低く重畳を考慮する必要のない組合せ、③いずれかの事象に代表される組合せ、④再処理施設に及ぼす影響が異なる組合せ、⑤それぞれの荷重が相殺する組合せ及び⑥一方の事象の条件として考慮されている組合せを除外し、いずれにも該当しないものを再処理施設の設計において想定する組合せとする。その結果、①から⑥のいずれにも該当しない設計上考慮すべき自然現象の組合せとして、積雪と風（台風）、積雪と竜巻、積雪と火山の影響（降灰）及び風（台風）と火山の影響（降灰）の組合せが抽出され、それらの組合せに対して安全機能を有する施設の安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p>安全上重要な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は、抽出した自然現象に含まれる。また、これらの自然現象又は自然現象の組合せにより、安全上重要な施設を含む安全機能を有する施設の安全機能が損なわれない設計とすることから、これらの自然現象により設計基準事故は発生しないため、当該自然現象と設計基準事故を組み合わせる必要はない。</p> | <p>規則の要求のとおり、異種の自然現象の重畳についても考慮して設計することを記載している。</p> |

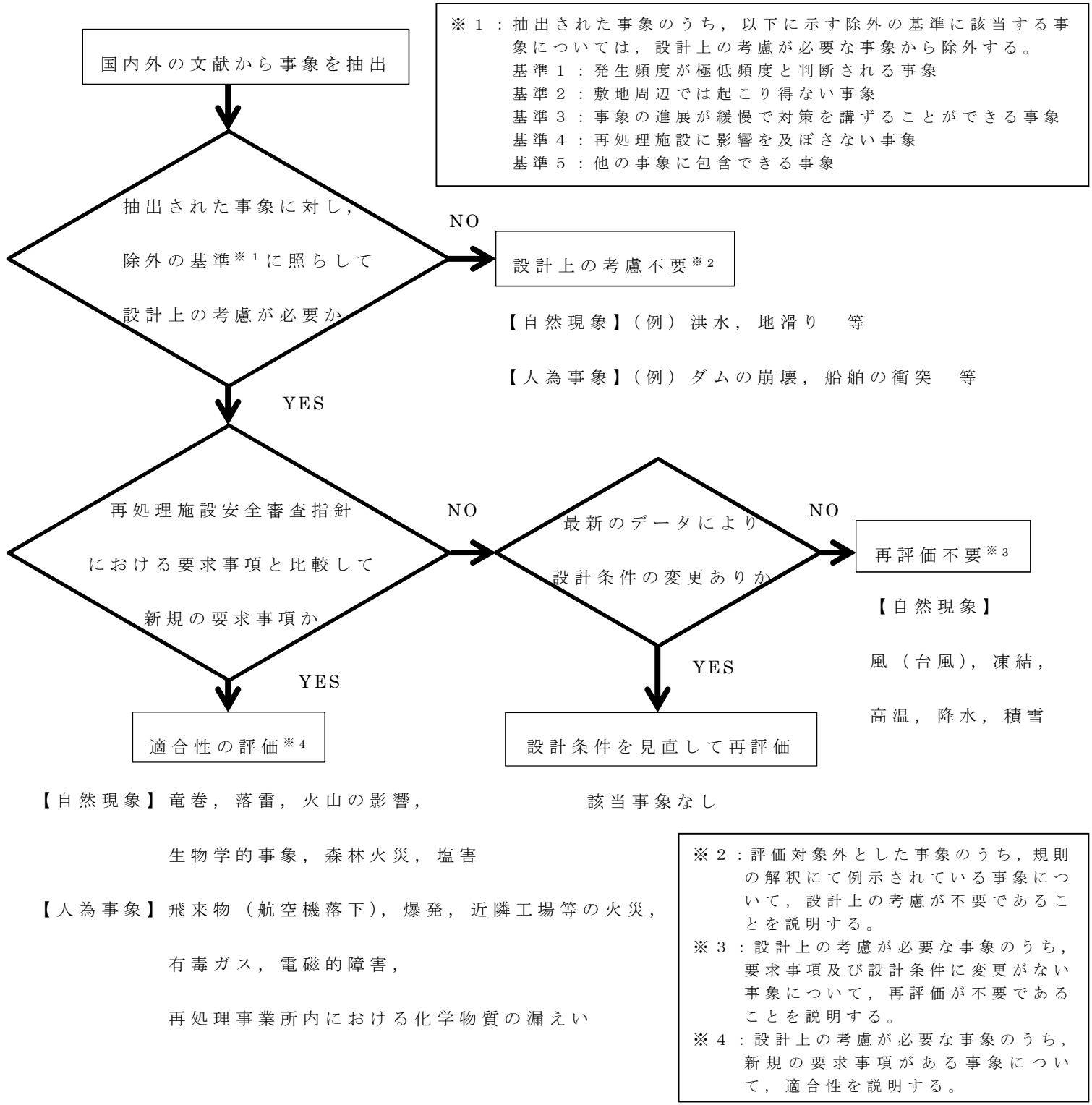
| 事業指定基準規則 | 許認可実績等 | 新規制要求を踏まえた適合方針 | 比較結果 |
|---|--------|--|---|
| <p>2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>(解釈)</p> <p>4 第2項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。</p> <p>5 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、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により安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。</p> | | <p>(ハ) 竜巻，落雷，森林火災及び火山の影響以外の自然現象</p> <p>風（台風）に対しては，八戸特別地域気象観測所（以下「八戸観測所」という。）で観測された日最大瞬間風速，また，積雪については，八戸観測所，むつ特別地域気象観測所（以下「むつ観測所」という。）及び六ヶ所地域気象観測所で観測された最深積雪を踏まえて，建築基準法に基づき風荷重及び積雪荷重を設定し，これに対して安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>降水に対しては，敷地内の排水設計及び建屋貫通部の止水処理により，八戸観測所及びむつ観測所で観測された最大日降水量及び最大1時間降水量を踏まえても，雨水が再処理施設に浸入することを防止することで，安全機能を有する施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>生物学的事象に対しては，敷地周辺の生物の生息状況の調査を行い，対象生物を選定し，これら生物が安全機能を有する施設へ侵入すること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。具体的には，換気設備の外気取入口等へのバードスクリーン等の設置，屋外に設置する電気設備の密封構造及びメッシュ構造の適用並びにシール処理の施工，取水口へのスクリーンの設置を行う。</p> <p>凍結に対しては，八戸観測所及びむつ観測所で観測された最低気温を考慮し，屋外機器で凍結のおそれがあるものは保温，冷却塔の運転台数の調整及び循環ポンプの継続運転の凍結防止対策を行うことにより，安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>高温に対しては，八戸観測所及びむつ観測所で観測された夏季の気温の観測記録及びその超過確率を考慮し，安全機能を損なわないよう設計する。</p> <p>塩害に対しては，換気設備の建屋給気ユニットへの粒子フィルタの設置，直接外気を取り込む設備への防食処理等により，安全機能を損なわないよう設計する。</p> | <p>対象となる自然現象に対して，最新の知見を踏まえて予想される応力を考慮して設計することを記載している。</p> <p>本文記載事項に対する設計方針は，添付資料六「1.9.9 外部からの衝撃による損傷の防止」に記載する。</p> |

| 事業指定基準規則 | 再処理施設安全審査指針 | 新規制要求を踏まえた適合方針 | 比較結果 |
|--|-------------|---|---|
| <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再処理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>（解釈）</p> <p>6 第3項は、設計基準において想定される再処理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> <p>7 第3項に規定する「再処理施設の安全機能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。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況を基に選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等をいう。</p> <p>8 第3項に規定する「安全機能を損なわないもの」とは、想定される偶発的な外部人為事象に対し、冷却、水素掃気、火災・爆発の防止、臨界防止等の安全機能を損なわないことをいう。</p> | | <p>(f) 航空機落下、爆発及び近隣工場等の火災以外の人為による事象</p> <p>安全機能を有する施設の安全機能に影響を及ぼし得る人為事象（6事象）のうち、「外部火災に対する設計方針」、及び「航空機落下に対する設計方針」に示したものの以外として、その他人為事象（3事象）に対して、以下のとおり、安全機能を有する施設の安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p>電磁的障害については、安全上重要な施設の安全機能を維持するために必要な計測制御系統施設に対して、日本工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設計とする。</p> <p>有毒ガスについては、再処理施設周辺において発生し得る有毒ガスとして、六ヶ所ウラン濃縮工場におけるふっ化ウラニル及びふっ化水素が想定される。当該工場は、それらが発生した場合の周辺監視区域境界の公衆に対する影響が小さくなるよう設計されており、再処理施設の運転員に対しても影響を及ぼすことはない。また、再処理施設周辺の車両、船舶等の可動施設から発生する有毒ガスが中央制御室に到達した場合には、制御室換気設備の再循環運転を実施することで、中央制御室の居住性を確保し、必要な安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>敷地内における化学物質の漏えいについては、試薬建屋への受入れの際に運搬される化学物質の漏えいが発生する可能性があることから、有毒ガスへの対策と同様の対策を実施することで中央制御室の居住性を確保し、必要な安全機能を損なわない設計とする。</p> | <p>再処理施設の安全機能に影響を及ぼしうる人為事象を考慮して設計することを記載している。</p> <p>本文記載事項に対する設計方針は、添付資料六「1.9.9 外部からの衝撃による損傷の防止」に記載する。</p> |

令和元年 11 月 6 日 R 1

補足説明資料 1 - 2 (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

再処理施設や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, 再処理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

事象発生時の再処理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 : 再処理施設に影響を及ぼさない事象

事象が発生しても, 再処理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

再処理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 11 月 6 日 R 0

補足説明資料 1 - 3 (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>

視認性の観点からは、降水等により中央制御室外の状況を把握するカメラの視認性の低下や、竜巻等による機能損失の可能性がある。その場合にも、中央制御室に設置する気象観測関係の表示装置、公共機関からの災害情報及び現場からの通報連絡により、再処理工場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。

令和元年 11 月 6 日 R 0

補足説明資料 1 - 4 (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施設敷地又はその周辺において想定される再処理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「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(以下「事業指定基準規則」という。)にて規定されている。

事業指定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】事業指定基準規則

| 事業指定基準規則 | 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重大事故等対処設備への措</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再処理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>置を含む。</p> <p>6 第3項は、設計基準において想定される再処理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> |
|--|---|

事業指定基準規則 第二条 用語の定義より抜粋

- 「安全機能」とは、再処理施設の運転時、停止時、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において、再処理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、再処理施設のうち、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対処設備であり、重大事故等対処設備ではないが、第三十三条の要求を踏まえ、設計基準事象によって、設計基準事故対処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、設置基準にて以下のように規定されている。

【抜粋】事業指定基準規則

第三十三条（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 11 月 6 日 R 2

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について

(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。

基本的にプラント寿命は、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ということについては十分な吟味が必要であり、特にプラント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、再処理工場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3-2-1図に示す）。しかし、仮に設計の基準となる外気温29℃に対し2～3℃の上昇があった場合を仮定しても、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系については外気温49℃、再処理設備本体用 安全冷却水系については外気温50℃を仮定しても、既設の安全冷却水系の使用条件を超えることがないことを確認している（具体的な評価は補足説明資料4-4に示す）。

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、再処理工場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3-2-2図参照）し、以下のとおり考察した。

(4) 降水

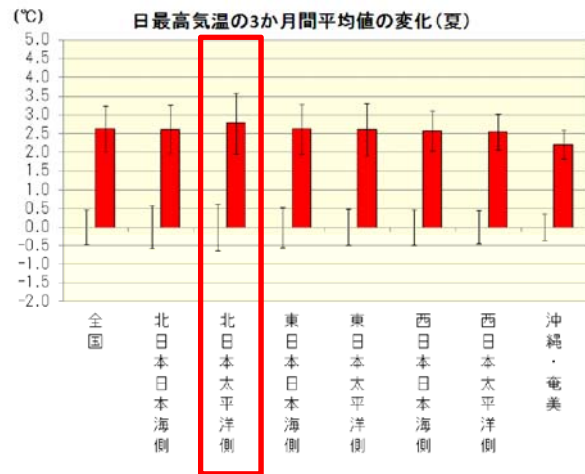
1時間最大降水量は1年につき0.1 mm程度の増加傾向が見受けられる(第3-2-2図)が、仮に4.0 mm程度の増加があったと仮定しても30 mm程度であり、設計上考慮する降水量である1時間降水量69 mmと比較して余裕のあるものである。

(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、過去数十年の再処理工場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。

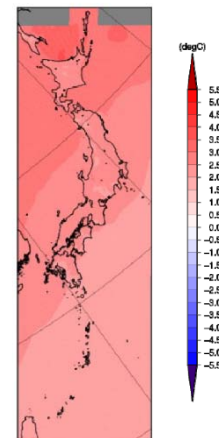
ただし、気候変動を完全に予測することは難しいため、今後も最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し、必要に応じて設計基準の見直し等を実施していくものとする。



気温の増加の数値

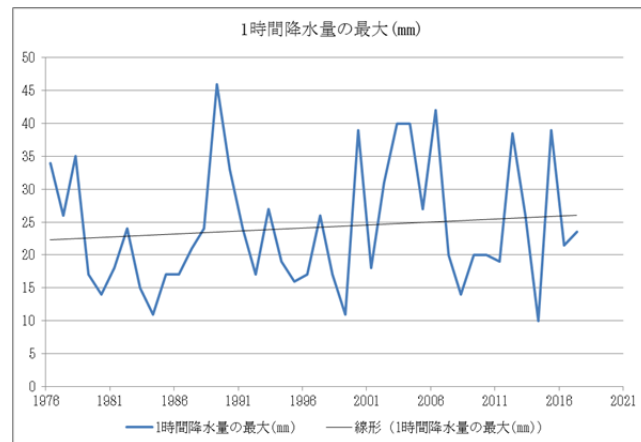
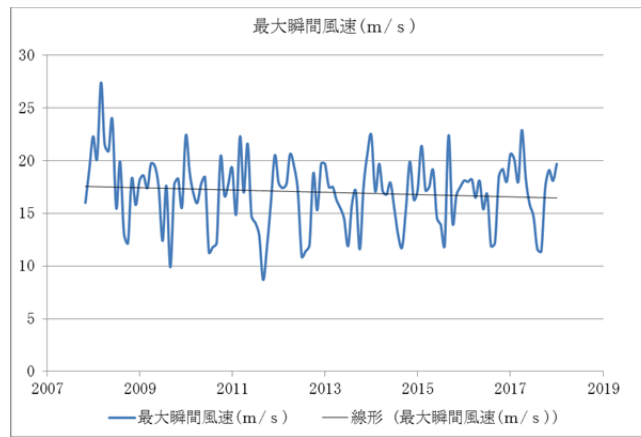
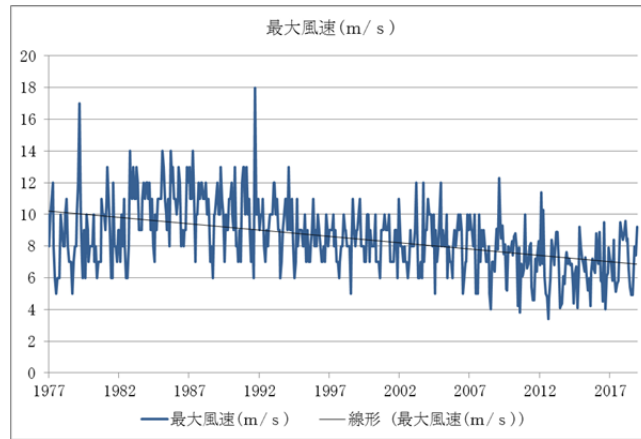
| | 年 | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
|---------|------|------|------|------|------|
| 全国 | 2.98 | 2.88 | 2.63 | 3.06 | 3.36 |
| 北日本日本海側 | 2.97 | 2.80 | 2.62 | 3.17 | 3.31 |
| 北日本太平洋側 | 3.14 | 3.09 | 2.77 | 3.16 | 3.54 |
| 東日本日本海側 | 2.97 | 2.86 | 2.62 | 3.11 | 3.30 |
| 東日本太平洋側 | 2.99 | 2.91 | 2.61 | 3.08 | 3.36 |
| 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 3-2-1 図 最高气温の変化について



第 3-2-2 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 11 月 6 日 R 1

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

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

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

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

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41.3 m/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ふことができ、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1～5 m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いふことから、国土交通大臣が定める青森県の基準風速 34 m/s に相当する $E = 1.78$ を考慮し、下式で求めると、

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

45.4 m/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、再処理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100 m/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，六ヶ所地域気象観測所での観測記録（1975年～2002年）による最深積雪量190cm（1977年2月）である。設計上考慮する積雪量は，積雪量190cmとするとともに，建築基準法に基づき積雪荷重を設定し，これに対し機械的強度を有する設計とする。よって，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。

また，敷地周辺の気象観測所で観測された最厳値を上回る厳しい条件を考慮し，むつで観測された10分間最大降水量22.5mm（1990年10月18日）が1時間継続したと想定して評価を行い，安全上重要な施設を内包する建屋の浸水に至らないことを確認している。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で観測された極値のうち，六ヶ所地域気象観測所の観測値に近似し，かつ，極値がこれ

を下回る八戸特別地域気象観測所の最低気温の観測記録
-15.7℃（1953年1月3日）を考慮しており、設定値は妥当である。

既設の安全冷却水系の設計条件においては、敷地周辺の観測に基づく観測値よりも厳しい低温（外気温-41℃）を仮定しても安全冷却水系の冷却水が凍結しないことを確認している。設計基準の設計値はこの仮定に包絡されるため、凍結により安全機能を損なうことはない。

【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ため、屋内設備については換気空調設備により環境温度を維持し、屋外設備については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29℃において熱輸送を適切に行える設計とする及び超過確率を考慮し、安全機能を有する施設の安全機能を損なわない設計とする。過去の敷地周辺の気象観測データのうち1パーセントが29℃を超える場合があるが、これを超える値を観測した日時における1日の気温変動によると、極端な高温状態は継続しないため、冷却機能への影響が生じることは考えられない。よって、設定値は妥当である。

なお、設計基準としての設定値を超えるような極端な気象条件における安全上重要な施設の安全機能への影響に関する検討は、補足説明資料3-2に示した。

令和元年 11 月 6 日 R 1

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

再処理施設では、塩害に対する考慮として、換気設備の建屋給気ユニットに粒子フィルタを設置し、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)」に基づき調査した結果を踏まえ、建屋内に設置される施設の塩害対策が妥当であることを示す。

2. 指示に基づく調査内容

(1) 点検調査対象

- ① 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 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、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。尚、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

- ・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。
- ・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) 再処理施設における塩害対策

- ・安全機能を有する施設を設置する建屋の換気設備の給気系には，表-2，図-3～図-17 に示すとおりプレフィルタと粒子フィルタが設置されている。
- ・2. に示す調査結果より，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 に示すとおり粒子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

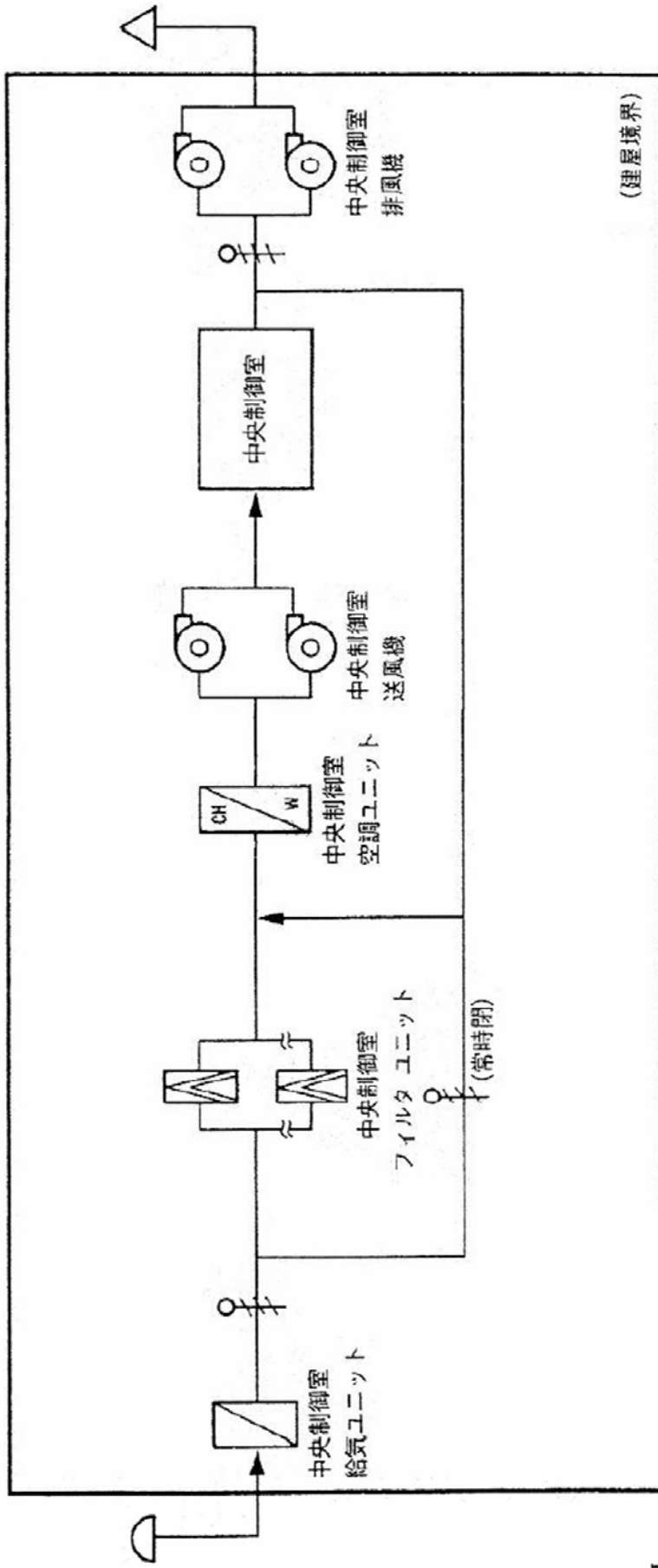
| 代表箇所写真 | 解説 |
|---|--|
|  | <p>制御室給気ユニット（プレフィルタ）の前段(内部)</p> <hr/> <p>機能・性能に影響を及ぼす異常なし(錆あり。貫通しておらず、機能・性能には影響しない。)</p> |
|  | <p>制御室給気ユニット（プレフィルタ）の前段(外部)</p> <hr/> <p>機能・性能に影響を及ぼす異常なし(錆あり。貫通しておらず、機能・性能には影響しない。)</p> |
|  | <p>制御室給気ユニット（プレフィルタ）の後段(外部)</p> <hr/> <p>機能・性能に影響を及ぼす異常なし(錆なし)</p> |

表-2 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 |
| 使用済燃料輸送容器管理建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| 前処理建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| 分離建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| 精製建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| ウラン脱硝建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| 高レベル廃液ガラス固化建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| 第1ガラス固化体貯蔵建屋 | 第1ガラス固化体貯蔵建屋 東棟建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| | 第1ガラス固化体貯蔵建屋 西棟建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| 低レベル廃液処理建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| 低レベル廃棄物処理建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| ハル・エンド ピース貯蔵建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |
| チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋 | 建屋給気ユニット | プレフィルタ 粒子フィルタ |

表-3 各名称のフィルタ仕様（補修効率）

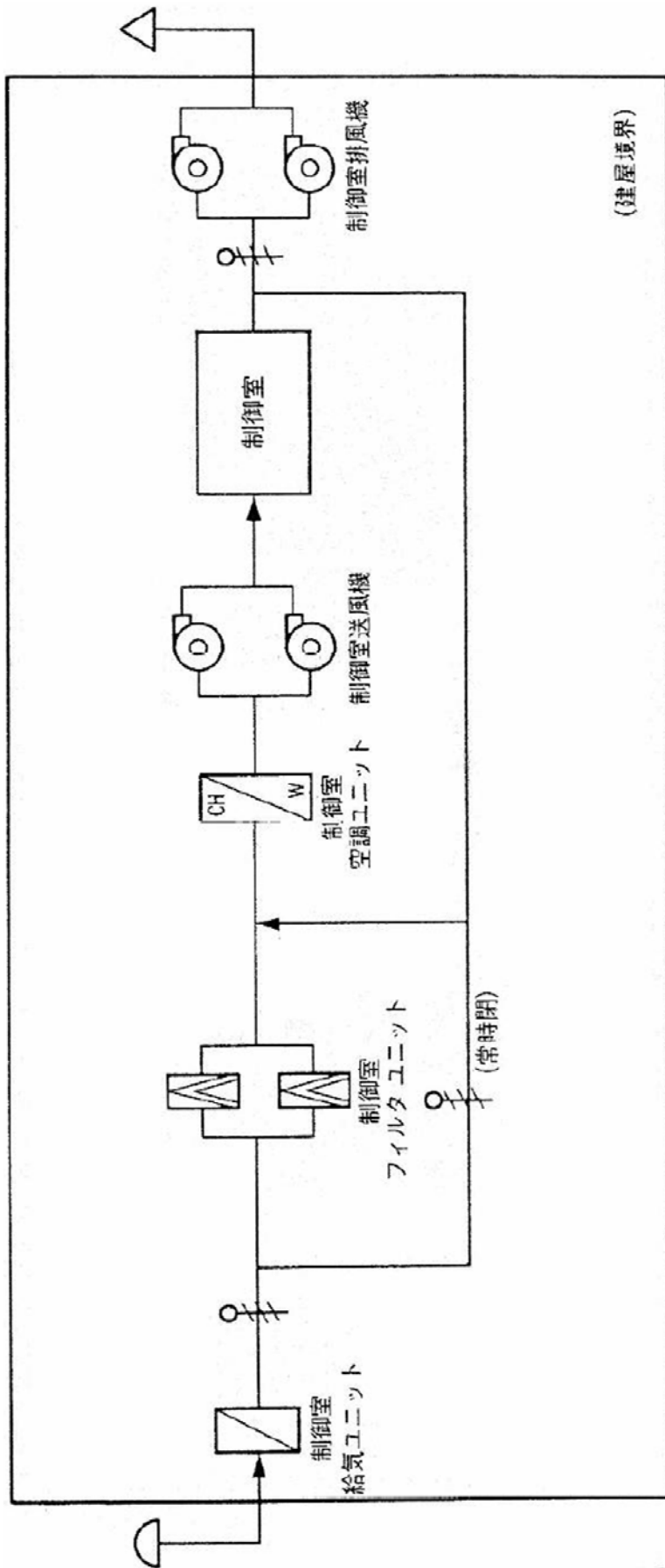
| フィルタ名称 | 捕集効率 |
|--------|--|
| プレフィルタ | JIS B 9908に規定される試験方法で 重量法で平均82%以上 |
| 粒子フィルタ | JIS B 9908に規定される試験方法で 平均 0.3 μ m DOP 95%以上 |



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



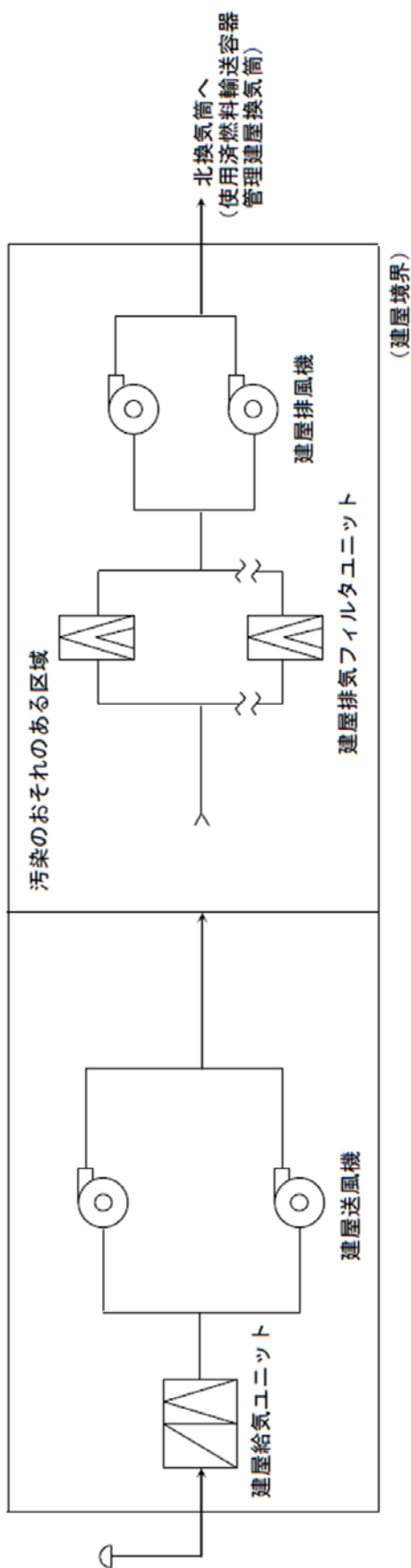
凡例

| | | | |
|--|-----------|--|---------|
| | 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 | | ダンパ |
| | 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

使用済燃料輸送容器管理建屋の除染エリア及び保守エリア

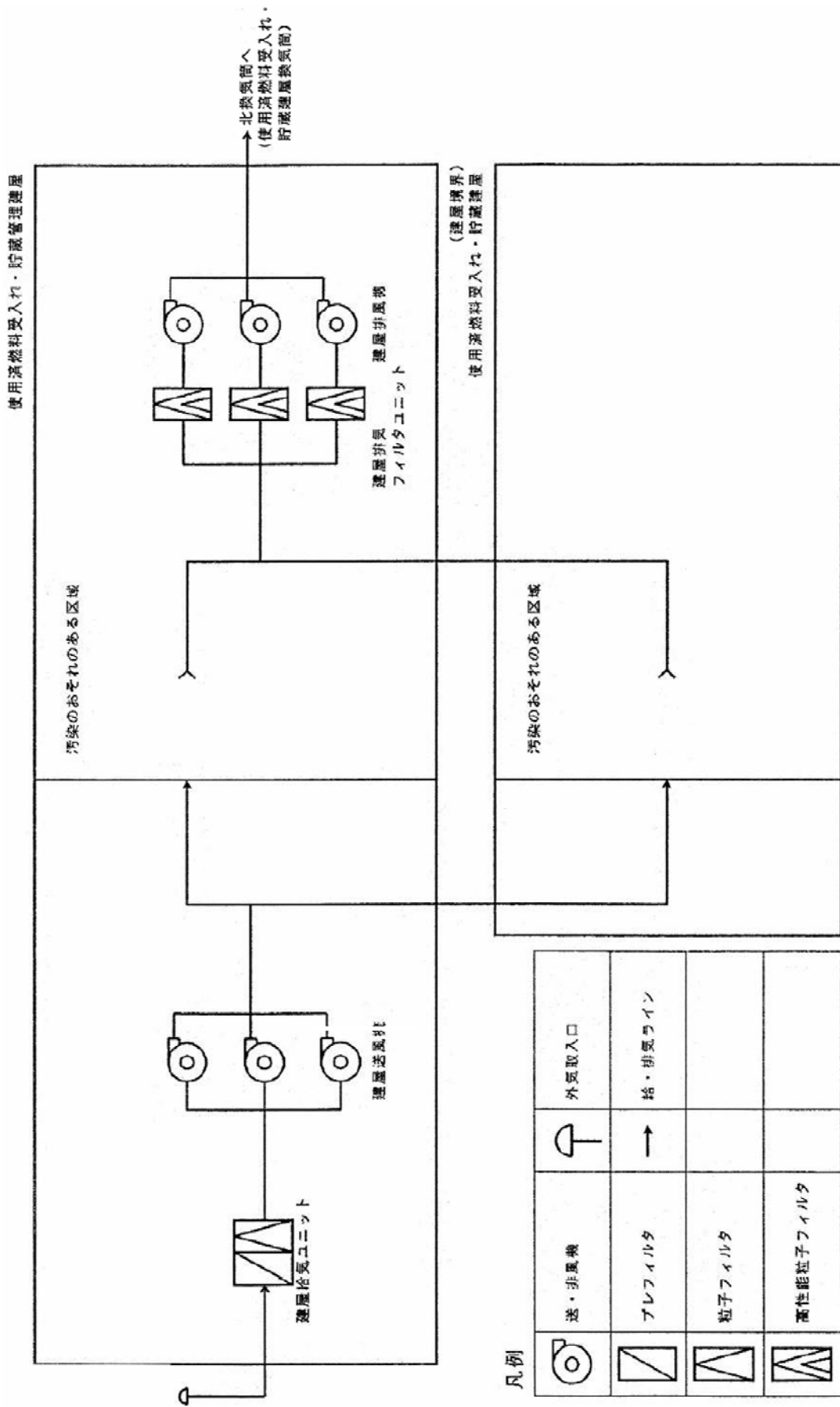


凡例

| | | | |
|---|-----------|---|-----------|
|  | 送・排風機 |  | 外気取入口 |
|  | プレフィルタ |  | 給・排気ライン |
|  | 粒子フィルタ |  | フィルタの複数設置 |
|  | 高性能粒子フィルタ | | |

注) 本設備は、使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設に係る設備である。

図-3 使用済燃料輸送容器管理建屋換気設備系統概要図



(注) 本設備は、使用済燃料の受入れ及び貯蔵に必要な設備である。
(建屋境界)

図-4 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋換気設備系統概要図

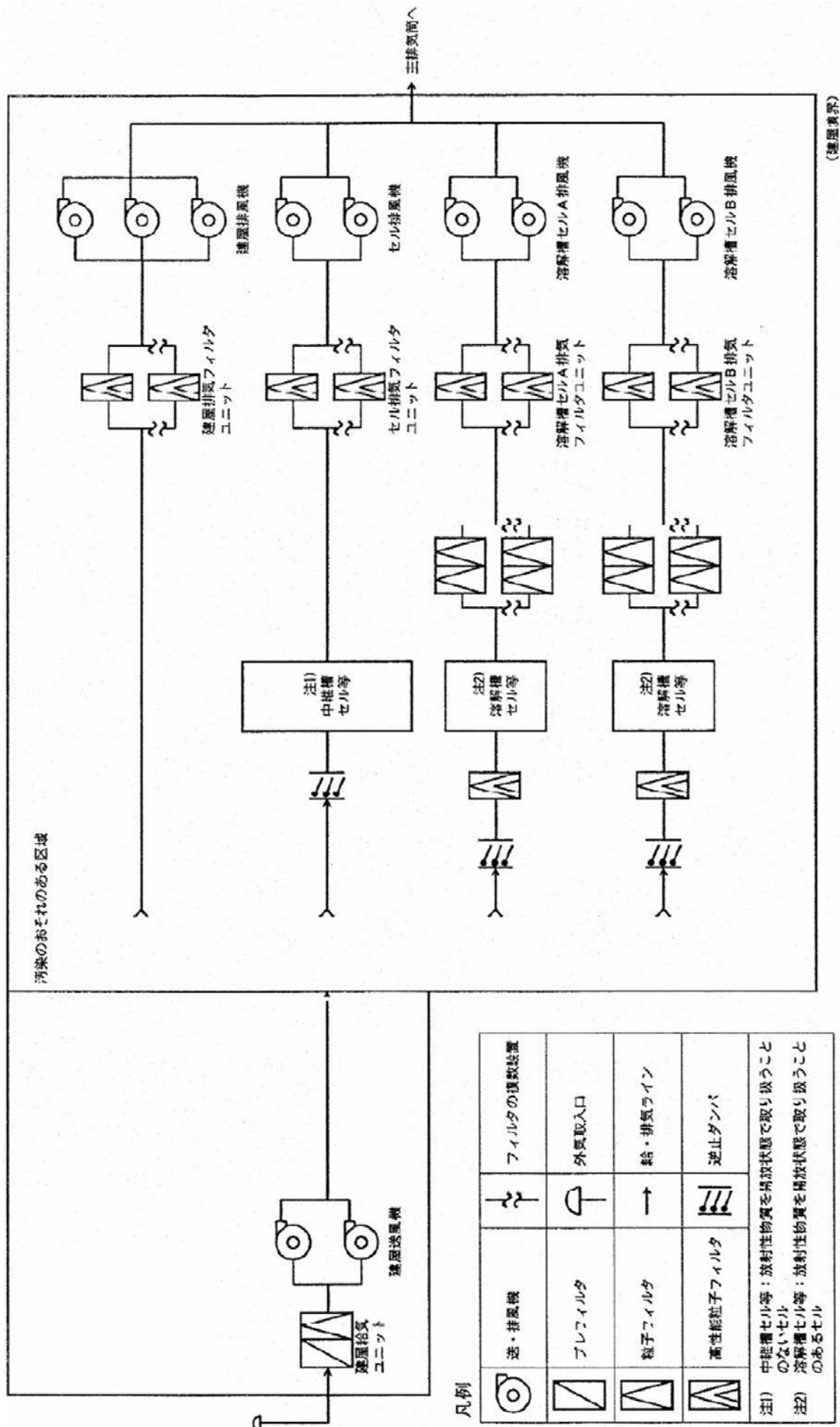
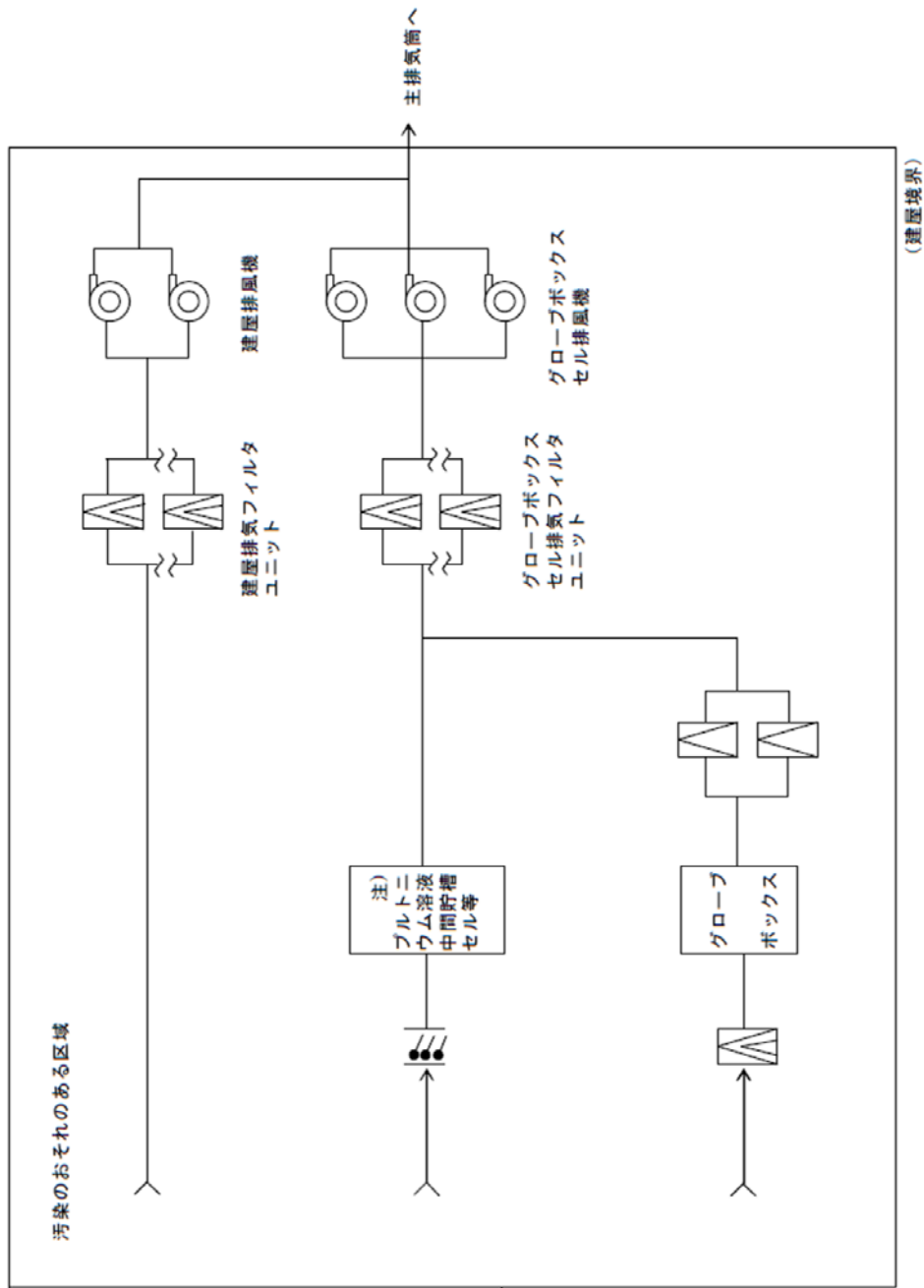


図-5 前処理建屋換気設備系統概要図

| 凡例 | 送・排風機 | フィルタの複数設置 |
|----|-------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

注1) 中継槽セル等：放射性物質を昇放状態で取り扱うことのないセル
注2) 溶解槽セル等：放射性物質を精放状態で取り扱うことのあるセル



汚染のおそれのある区域

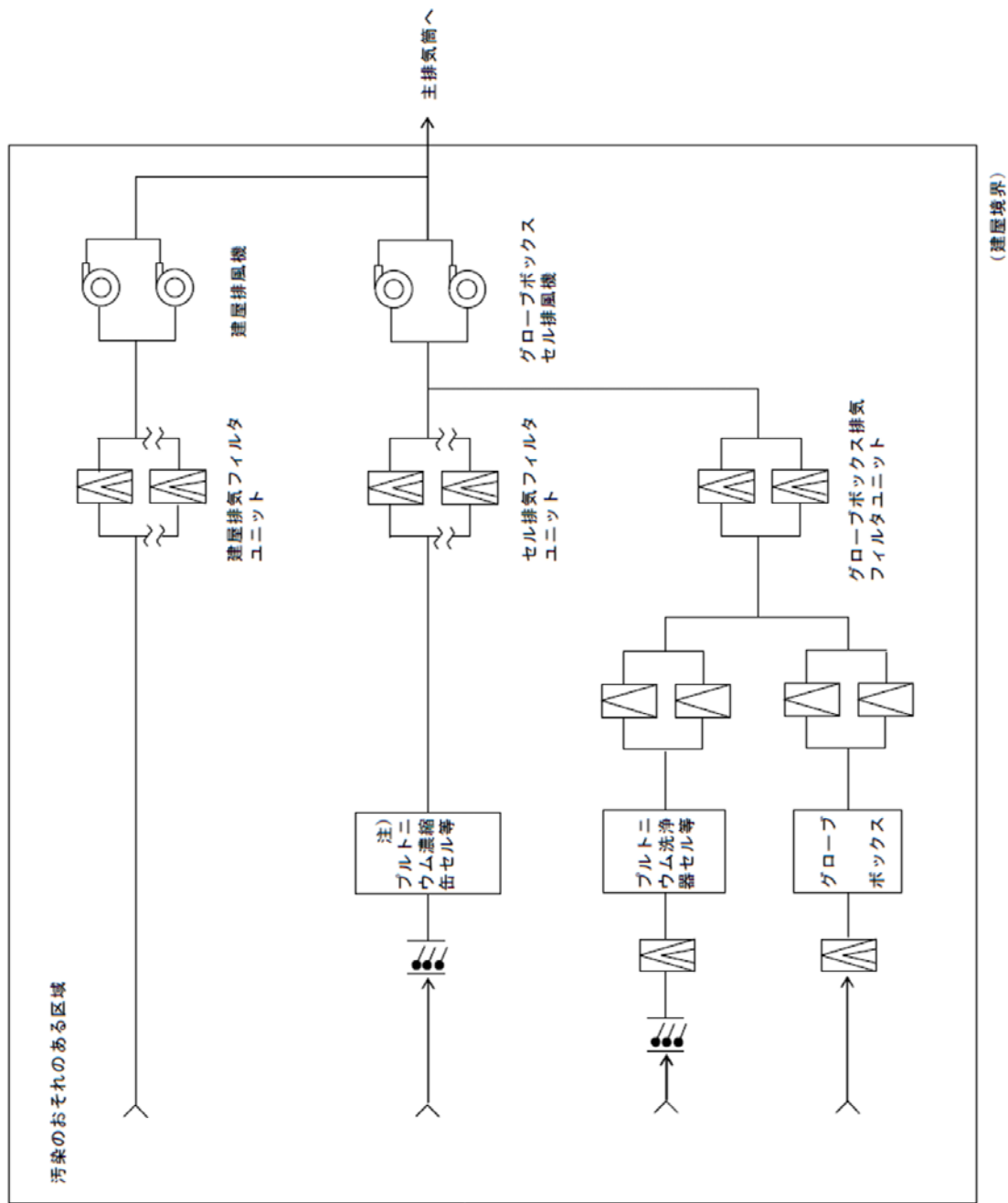
(建屋境界)

凡例

| | | | |
|--|-----------|--|-----------|
| | 送・排風機 | | フィルタの種類設置 |
| | プレフィルタ | | 外気取入口 |
| | 粒子フィルタ | | 給・排気ライン |
| | 高性能粒子フィルタ | | 逆止ダンパ |
| | 建屋給気閉止ダンパ | | |

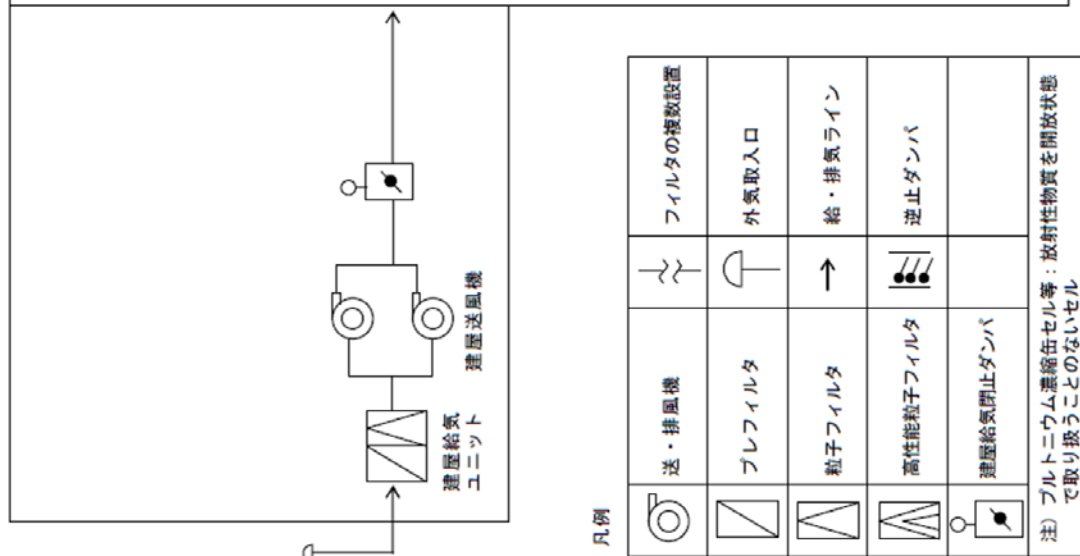
注) プルトニウム溶液中間貯槽セル等：放射性物質を開放状態で取り扱うことのないセル

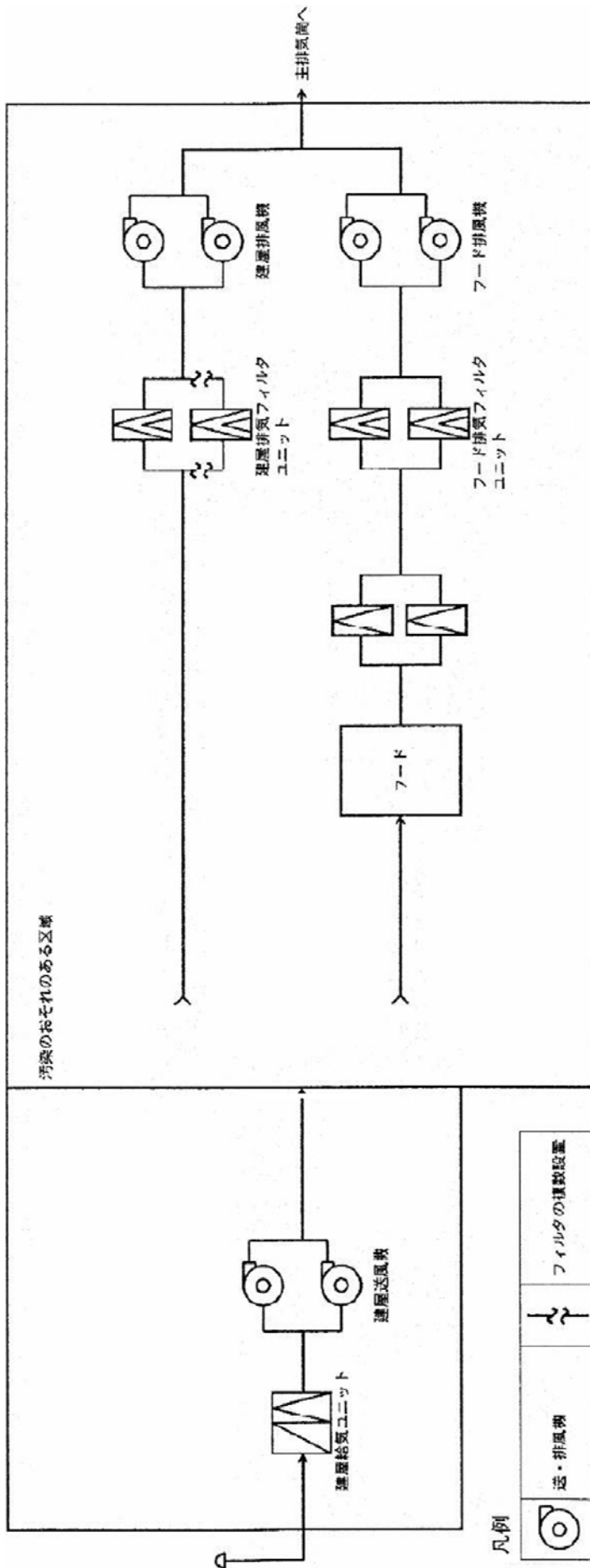
図-6 分離建屋換気設備系統概要図



(建屋境界)

図-7 精製建屋換気設備系統概要図





凡例

| | | | |
|--|-----------|--|-----------|
| | 送・排風機 | | フィルタの種類設置 |
| | プレフィルタ | | 外気取入口 |
| | 粒子フィルタ | | 給・排気ライン |
| | 高性能粒子フィルタ | | |

図-8 ウラン脱硝建屋換気設備系統概要図

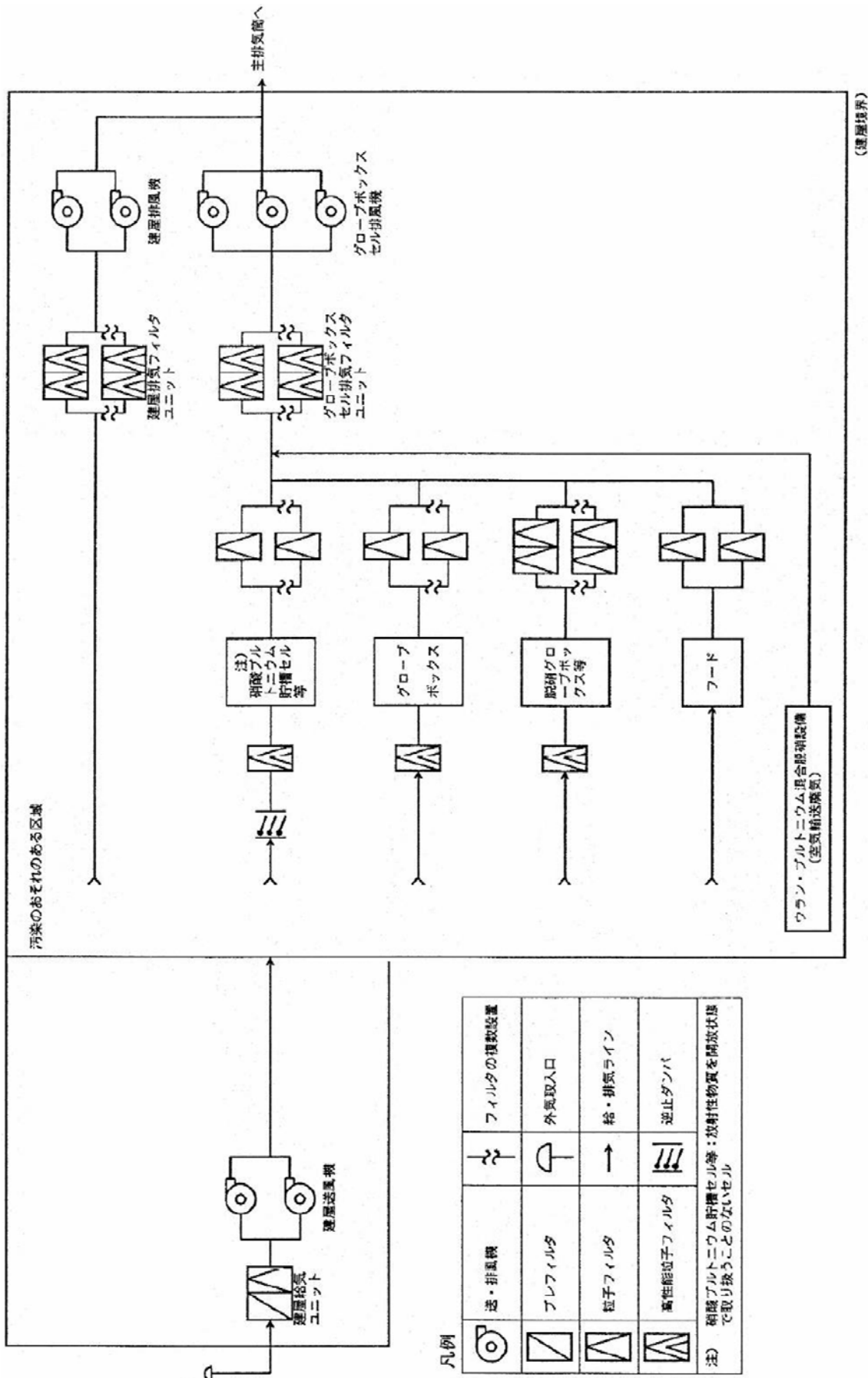


図-9 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備系統概要図

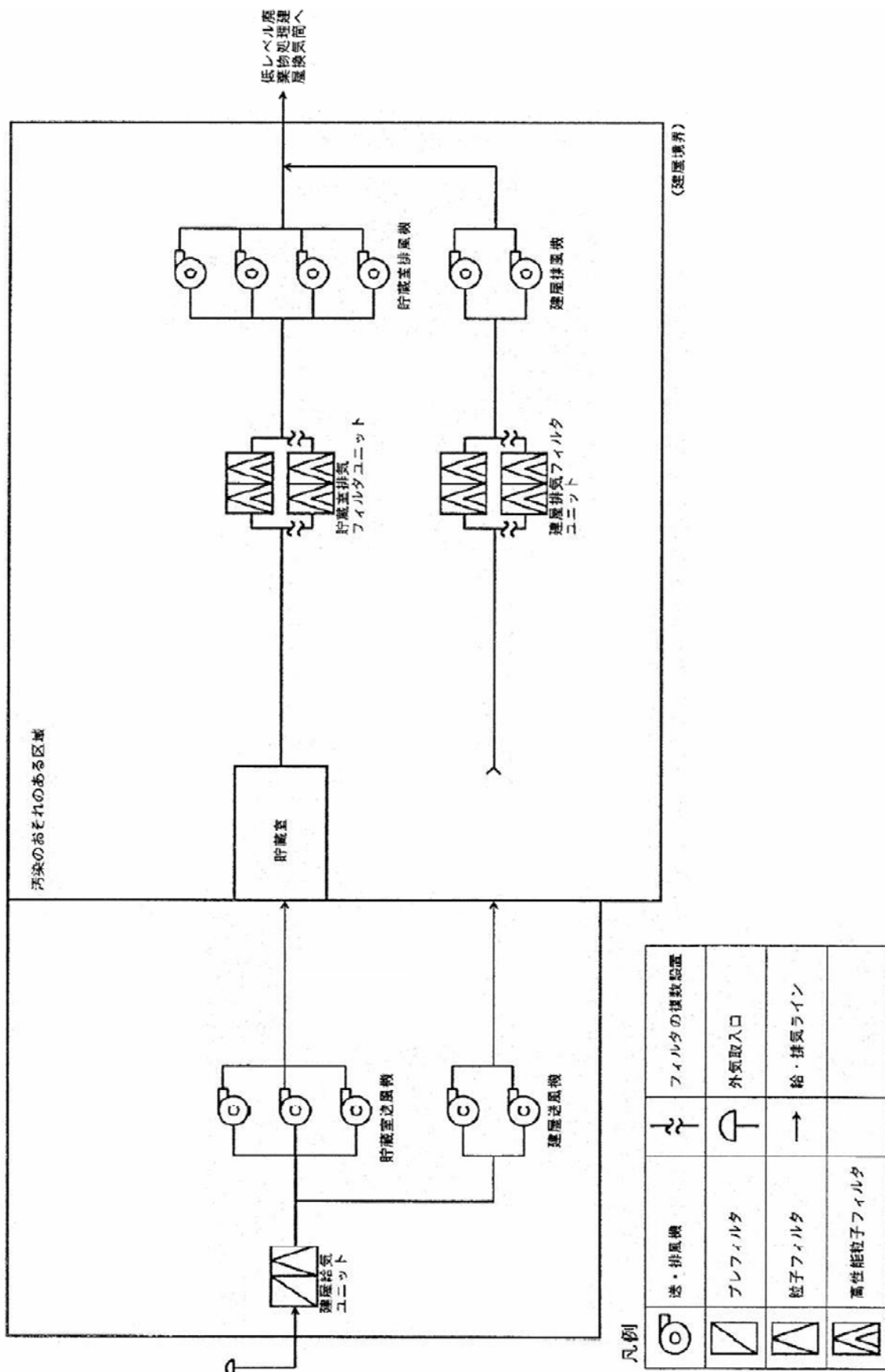
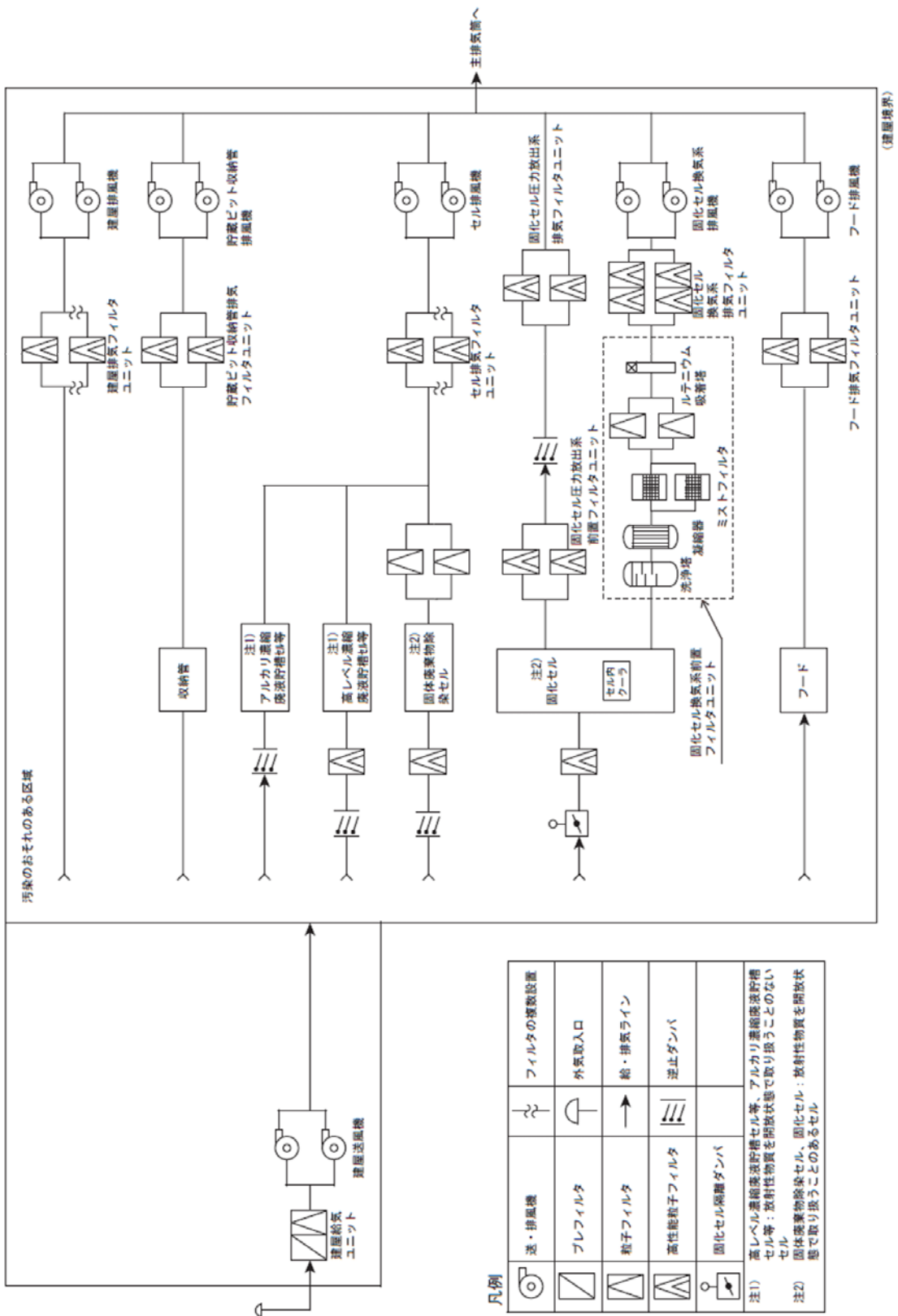


図-10 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋換気設備系統概要図



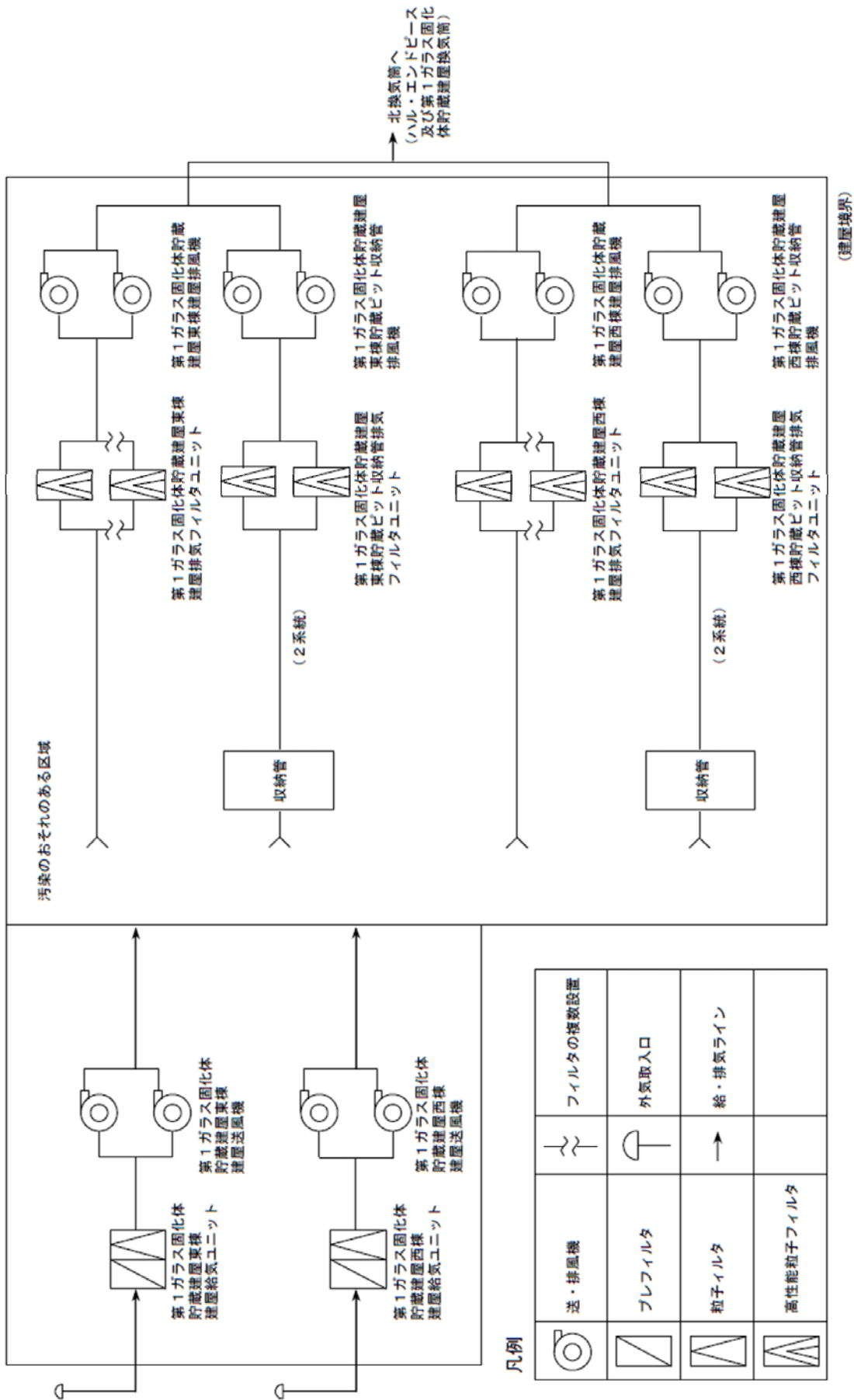


図-1 2 第1ガラス固体貯蔵建屋換気設備系統概要図

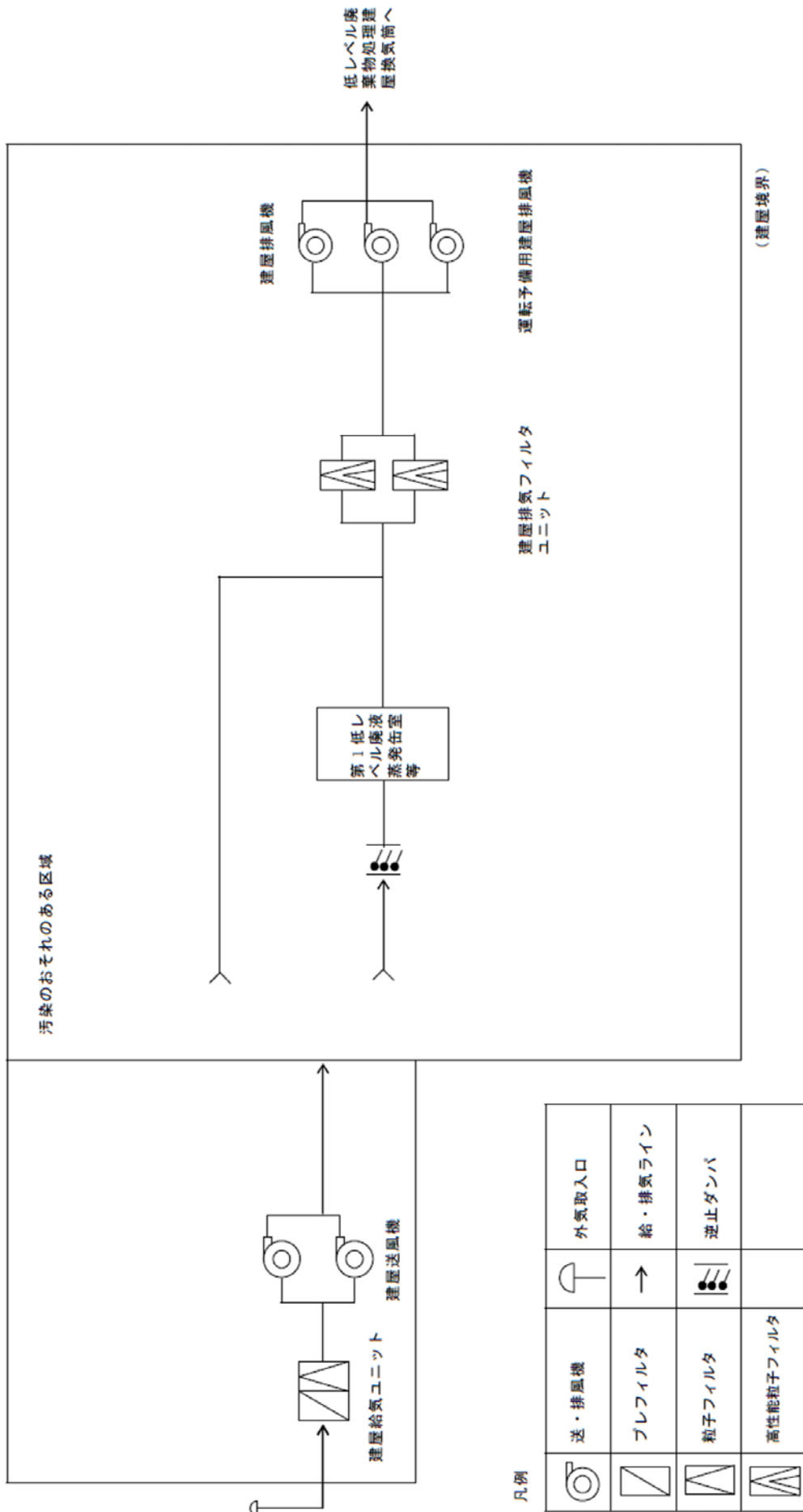


図-1 3 低レベル廃液処理建屋換気設備系統概要図

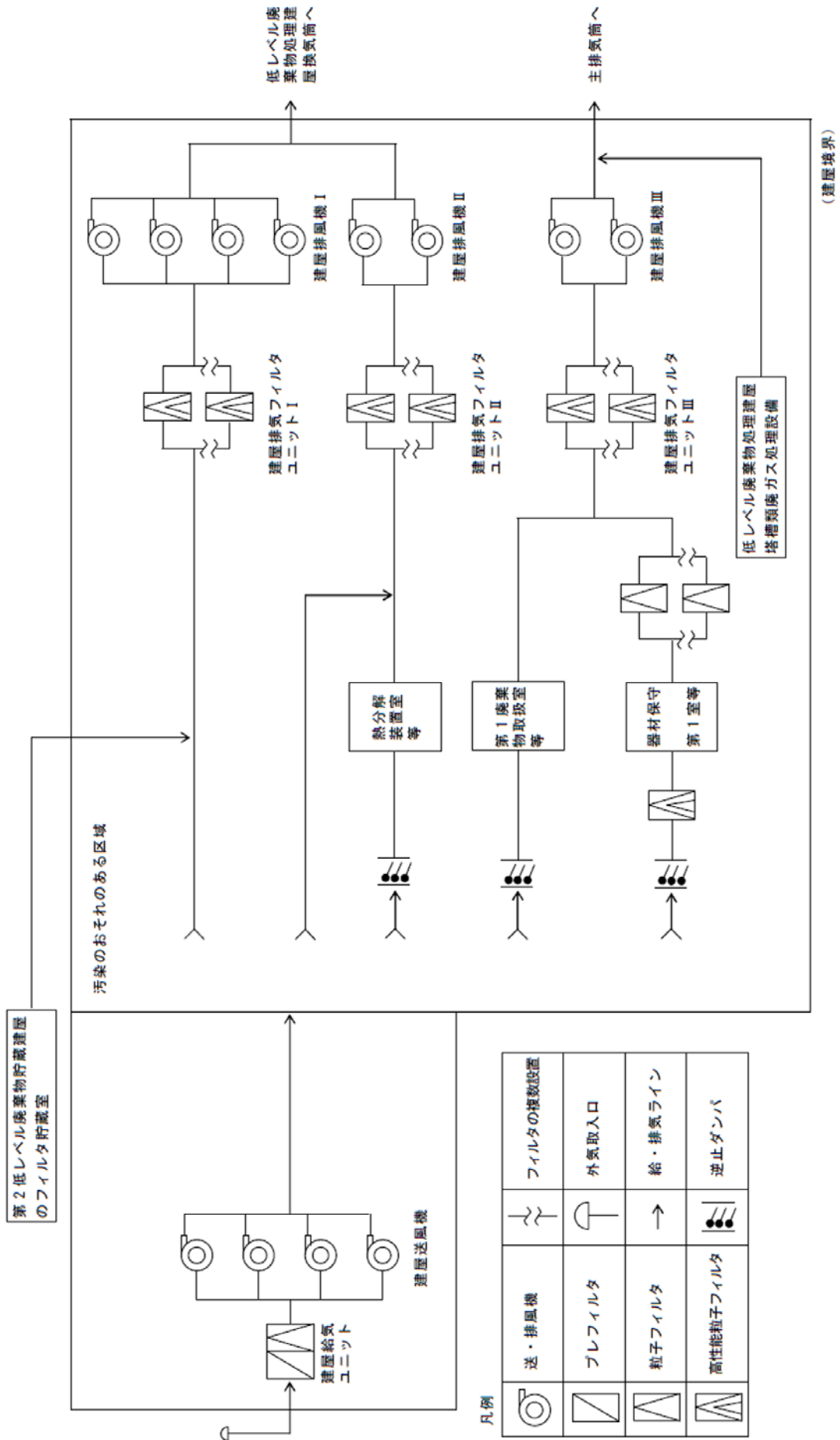


図-1 4 低レベル廃棄物処理建屋換気設備系統概要図

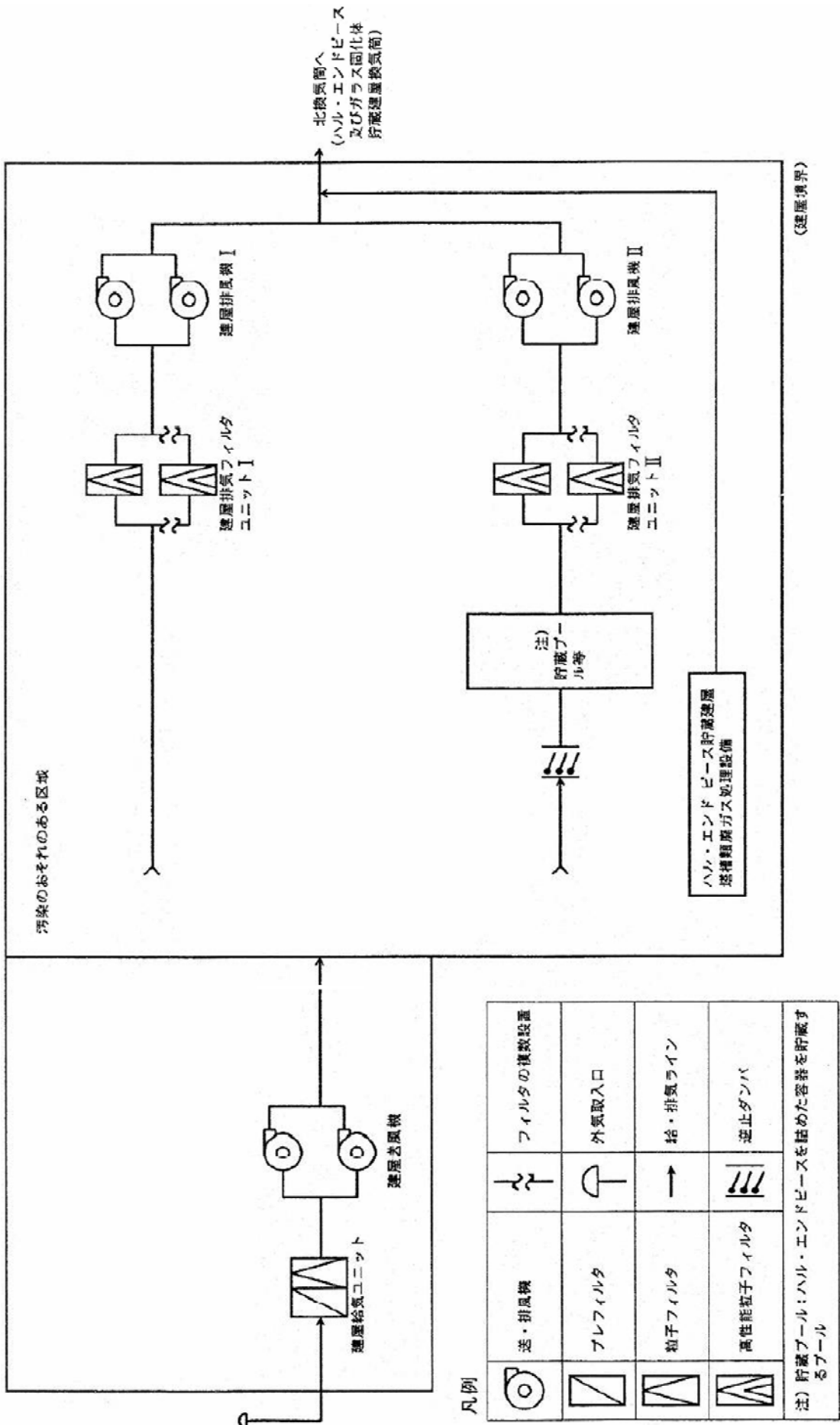


図-15 ハル・エンドピース貯蔵建屋換気設備系統概要図

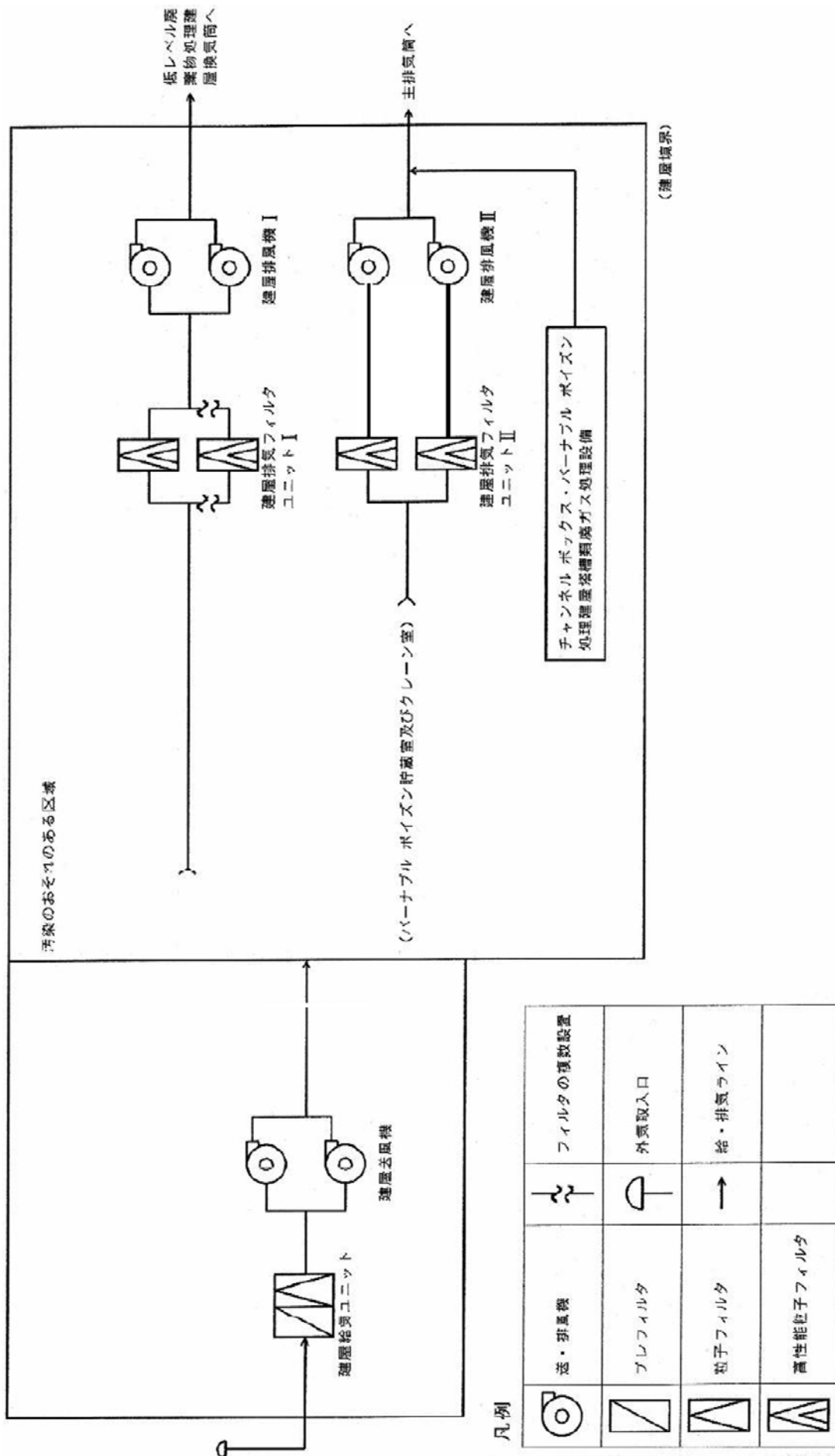
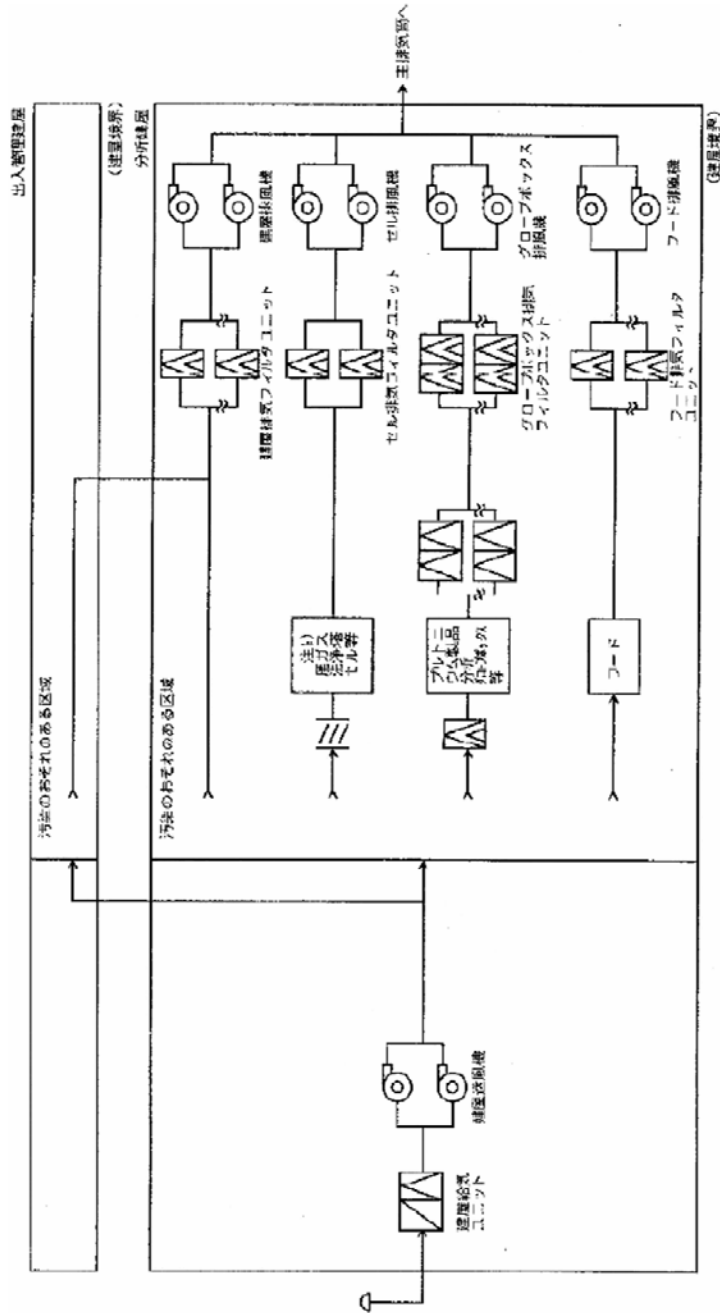


図-16 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋換気設備系統概要図



凡例

| | | | |
|--|-----------|--|-----------|
| | 送・排風機 | | フィルタの複数設置 |
| | プレフィルタ | | 外気取入口 |
| | 複合フィルタ | | 給・排気ライン |
| | 高性能粒子フィルタ | | 遮止ダンパ |

注) 高ガス透過性セル等：素材は材質と開口状態を誤り
換ることのないセル

図-17 分析建屋換気設備系統概要図

令和元年 11 月 6 日 R 1

補足説明資料 4 - 8 (9 条 その他)

自然現象の重畳について

1. はじめに

再処理施設の位置, 構造及び設備の基準に関する規則第九条解釈第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1. 「規則への適合性」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再処理施設に与える影響パターンを以下のa. ~ d. の観点で分類。

表－1 再処理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再処理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。

図－１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。

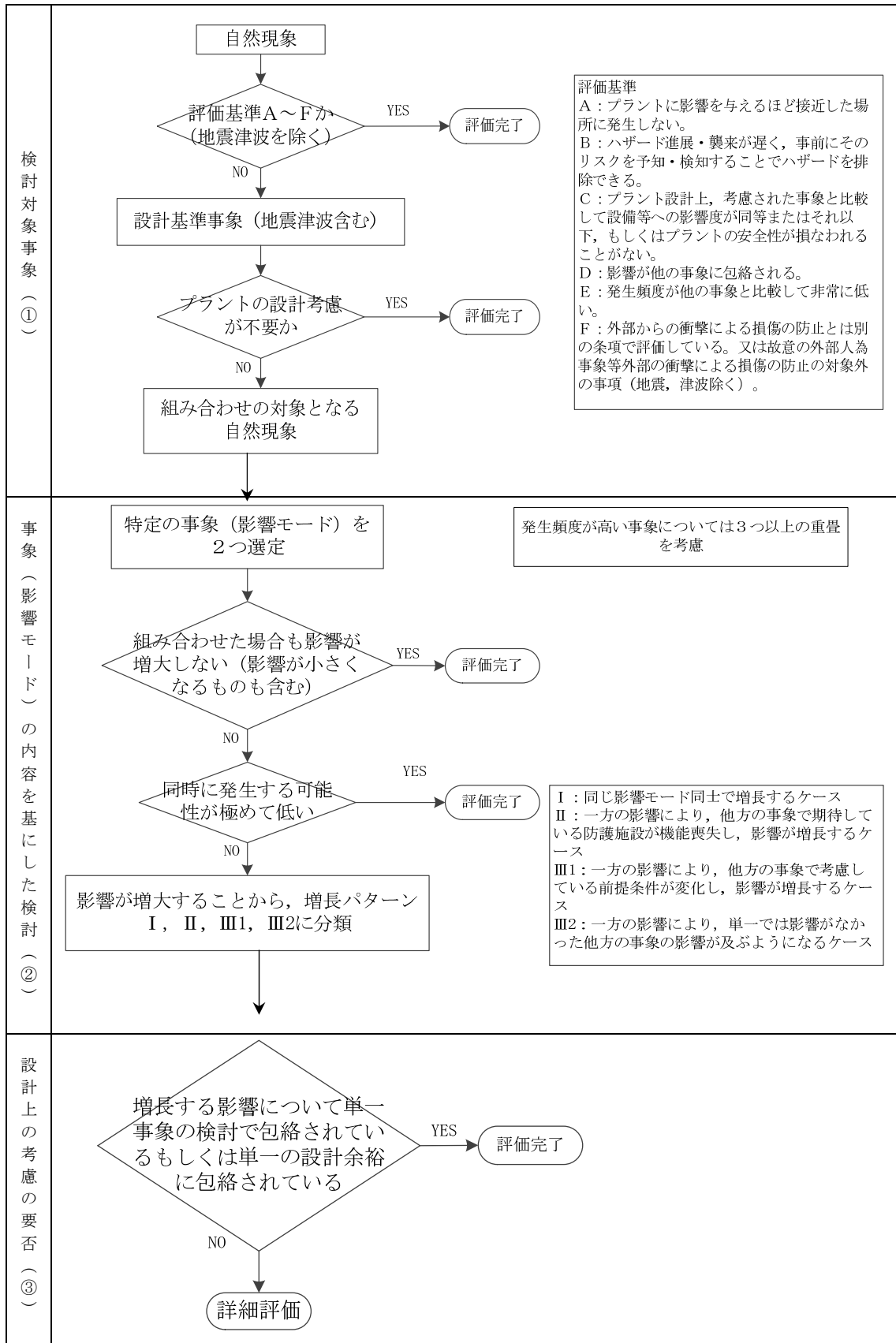


図 - 1 自然現象の組合せの評価 (フローチャート)

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、再処理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。相間性のある自然現象を抽出した結果を表-2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。

表－２ 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に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表－3のタイプごとに分類する。ただし、表－3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、魚類、底生生物及び藻類と動物（ネズミ等）で影響タイプが異なるため、分けて考慮する。

表－3 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 | 年間を通してプラント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，魚類，底生生物及び藻類），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，再処理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。

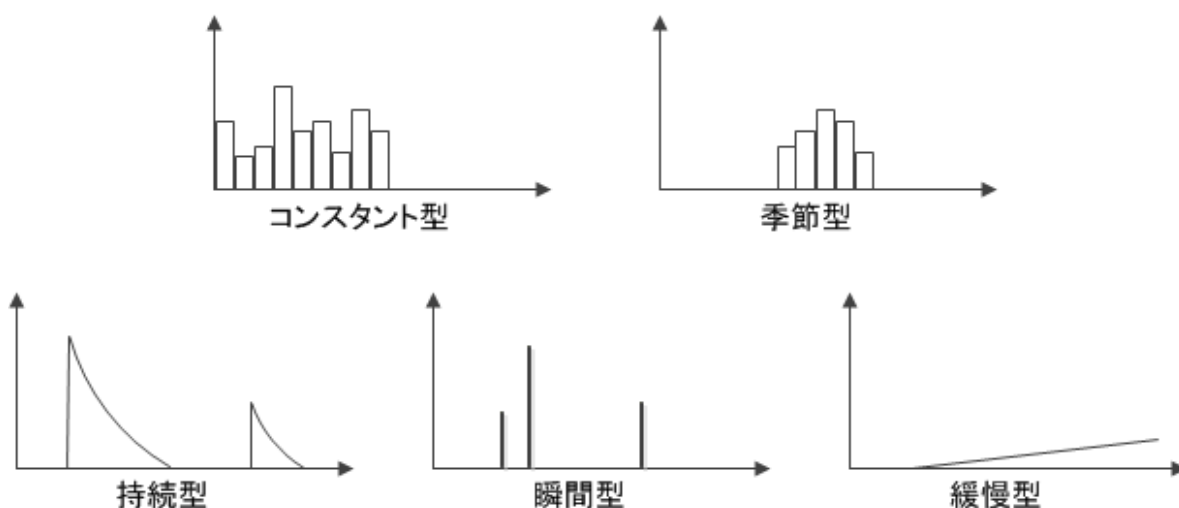


図-2 影響モード分類

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。

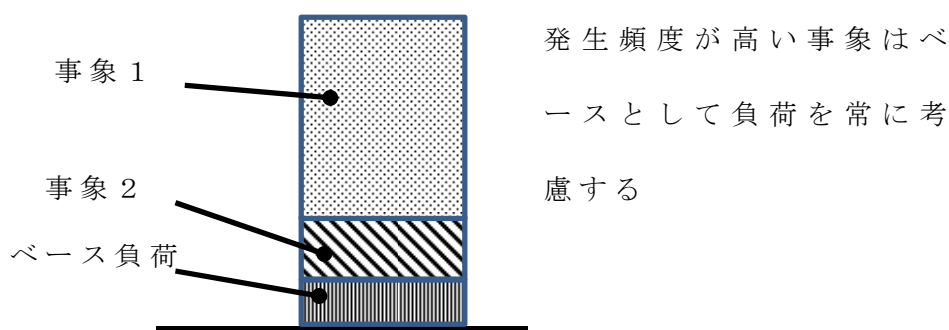
例えば瞬間型同士の重畳については、同時に発生する可能性が極めて小さいことから基本的には重畳を考慮する必要はないが、影響モードや評価対象設備によっては影響持続時間が長くなることがあるため、個別に検討が必要となる。(例:竜巻の直接的な影響は瞬間型だが、竜巻により避雷設備が壊れた場合には避雷設備が修復されるまで影響が持続する。そのため、竜巻と落雷は両方とも瞬間型に分類されるが、重ね合わせを考慮する必要があ

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（図－3参照）。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。



図－3 ベース負荷の考え方

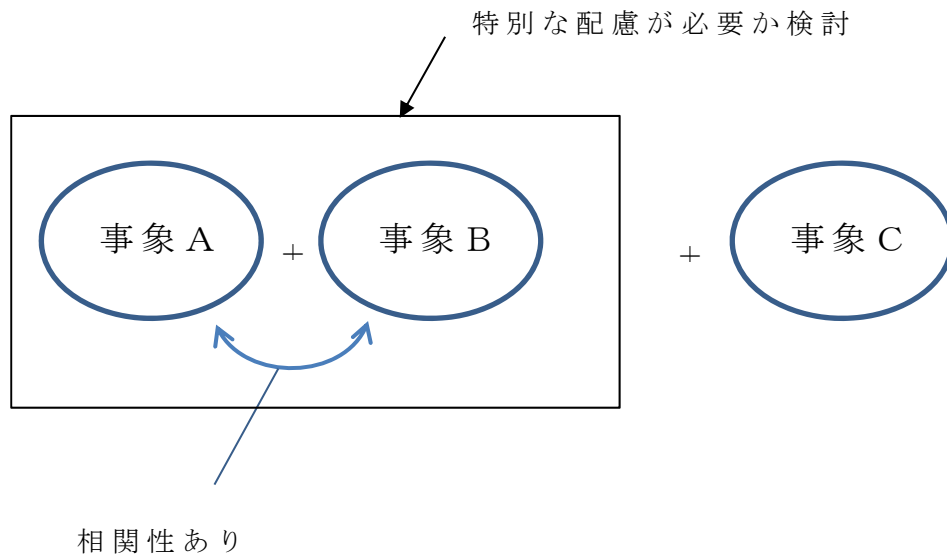
② 規模

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（図－4参照）。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。



図－４ 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表－４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、非常用ディーゼル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。

表－4 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表－5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絡される。

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）。

表－5 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）の影響モードを表－6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。

表－6 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）の影響モードを表－7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プラント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。

表－7 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），電氣的影響（付着），閉塞（吸気等），閉塞（取水），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再処理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。

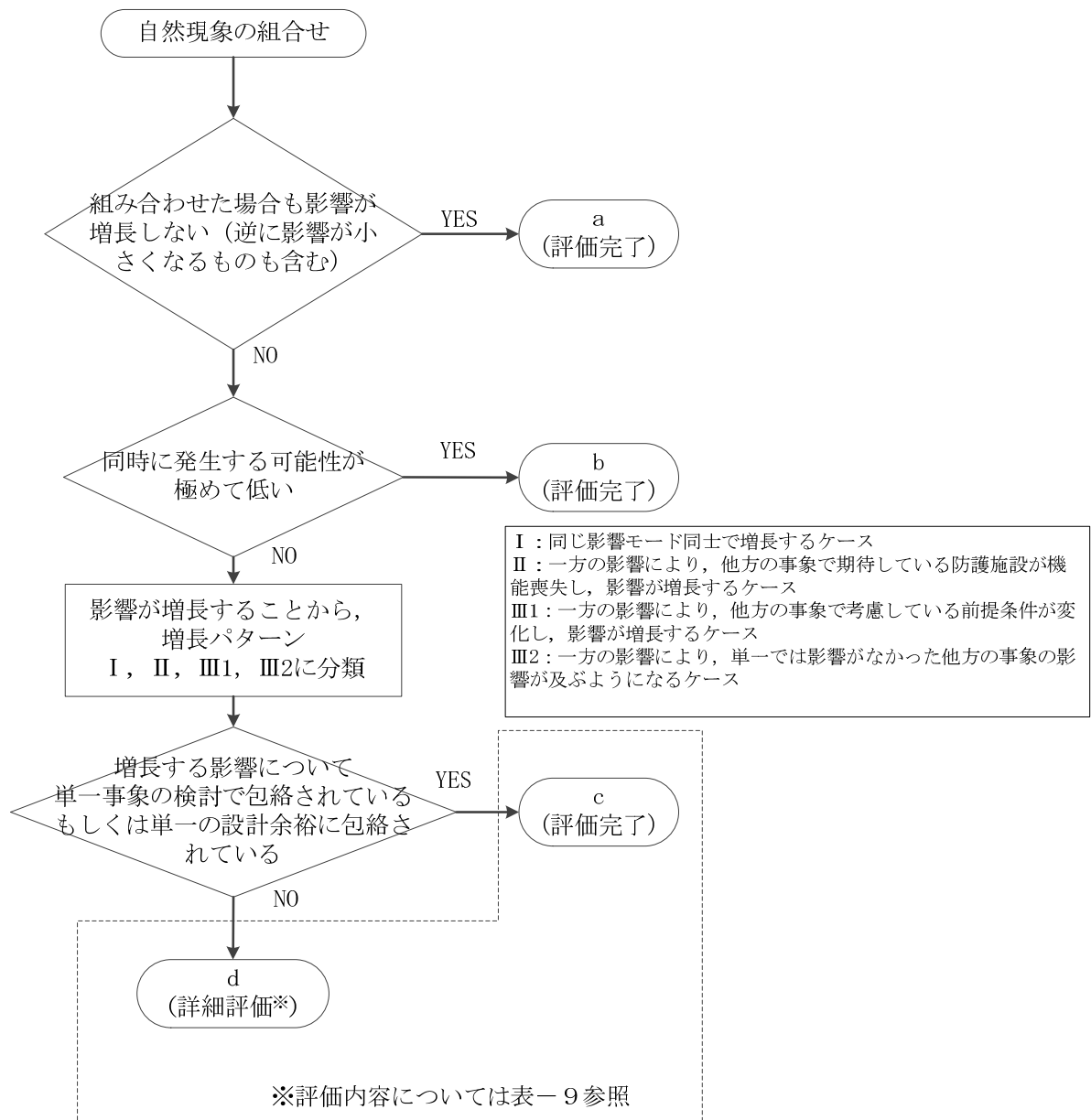


図-5 影響パターン選定フロー

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表-8-1、表-8-2に整理した。

表－８－１ 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 | |

表－８－２ 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 (60秒程度) ^{※2} | 1.86×10^{-8} ^{※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「動的地震動」より

※2 竜巻影響エリア $\phi = 560$ m に最大接線風速半径 $R_m = 30$ m の2倍を加えた距離を、竜巻の移動速度 $V_t = 15$ m / s で横切る時間

※3 風速 100 m / 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，必要に応じてプラントを停止し，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

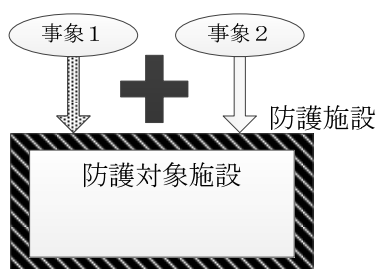
両者は独立事象であり，発生頻度は低いことから，同時に来襲する可能性は極めて低いため，重畳を考慮する必要はない。

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。

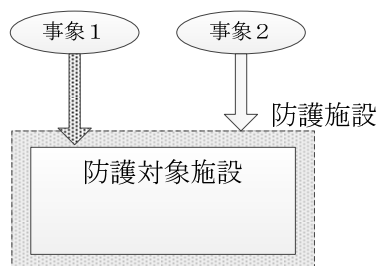
上記 c，d に該当する自然現象の組合せについては，事象が単

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図－6のとおり4つに分類した。

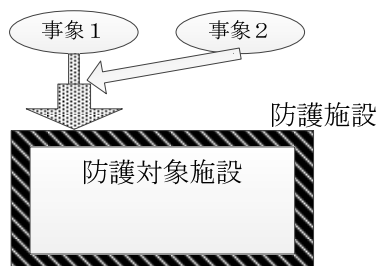
I. 各事象から同じ影響がそれぞれ作用し重ね合わさって増長するケース



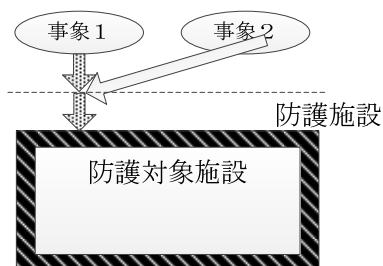
II. 事象2により防護施設が機能喪失することにより事象1の影響が増長するケース



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



図－6 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）した結果について表－9, 表－10に示す。

5. 詳細評価

プラント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、表-10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）
- 積雪（荷重）×竜巻（荷重）

（※ 積雪（荷重）×風（荷重）も設計で考慮するが、評価は火山（荷重）×風（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，補足説明資料の別添資料2に示す。

以 上

表-9 自然現象の重畳マトリックス(1/2)

| 事象 2 \ 事象 1 | | 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(取水) | 閉塞(吸気) | 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 |
| | 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 | | | | | | | | | | | | |
| 降水 | 浸水 | 設備の浸水 | a | a | a | | | | | | | | | | | |
| | 荷重 | 荷重(堆積) | 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 | a | a | a | a |
| 積雪 | 荷重 | 荷重(堆積) | a | a | a | a | a | | | d(III 1) | | | | | | |
| | 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 | | | | | | | | d(I) |
| | 閉塞(吸気) | 給気フィルタ等の閉塞 | a | a | a | a | a | a | | | | | | | | d(I) |
| 火山 | 荷重 | 荷重(堆積) | a | a | a | a | c(III 1) | b | | d(I) | a | a | | | | |
| | 閉塞(取水) | 取水系の閉塞 | 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 | d(I) | | | | | |
| | 腐食 | 腐食成分による化学的影響 | 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) | | | | | |
| 生物学的事象 | 閉塞(取水) | 取水系の閉塞 | a | a | a | a | a | a | | a | a | | c(I) | a | a | a |
| | 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 |
| 風 | 荷重 | 荷重(風) | d(III 1) | a | a | a | a | | | d(I) | d(III 1) | a | d(III 1) | a | a | a |
| | | 荷重(飛来物) | a | a | a | a | a | | | c(I) | a | a | a | b | 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 |
| | | 荷重(飛来物) | a | a | a | a | a | | | b | a | a | a | a | a | a |
| | | 荷重(気圧差) | a | a | a | a | a | | | b | 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 |
| | 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 | d(I) | a |
| 落雷 | 電氣的影響 | 屋内外計測制御設備に発生するノイズ | 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 |
| | | 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 |
| 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 | d(I) |
| | 腐食 | 海塩の付着による腐食 | a | a | a | a | a | | | a | a | a | a | a | c(I) | a |

表-9 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 | | 閉塞 (取水) | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 極低温 | 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 | |
| | 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 | d (I) | a | |
| 高温 | 温度 | 熱除去効率低下 | a | a | a | a | a | a | a | c (III 1) | 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 | a | a | |
| | 荷重 | 荷重(堆積) | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | |
| 地震活動 | 荷重 | 荷重(地震) | a | a | d (I) | c (I) | b | b | b | a | a | a | d (III 2) | a | a | a | |
| 積雪 | 荷重 | 荷重(堆積) | a | a | d (III 1) | a | d (III 1) | 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 | d (I) | 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 | |
| 火山 | 荷重 | 荷重(堆積) | a | a | d (III 1) | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | |
| | 閉塞(取水) | 取水系の閉塞 | c (I) | 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 | b | a | a | a | d (I) | 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 | 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 | d (I) | a | |
| 生物学的事象 | 閉塞(取水) | 取水系の閉塞 | | | a | d (I) | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | |
| | 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 | |
| 風 | 荷重 | 荷重(風) | a | a | | | a | a | a | c (III 1) | d (III 1) | a | d (III 2) | a | a | a | |
| | | 荷重(飛来物) | c (I) | a | | | a | a | a | a | a | a | d (III 2) | a | a | a | |
| 竜巻 | 荷重 | 荷重(風) | a | a | a | a | | | | c (III 1) | d (III 1) | a | d (III 2) | a | a | a | |
| | | 荷重(飛来物) | c (I) | a | a | a | | | | a | a | a | d (III 2) | a | a | a | |
| | | 荷重(気圧差) | 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 | |
| | 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 | |
| 落雷 | 電氣的影響 | 屋内外計測制御設備に発生するノイズ | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | | a | a | |
| | | 直撃雷 | a | 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 | 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 | | | |
| | 腐食 | 海塩の付着による腐食 | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | a | | | |

表-10 事象の重畳 個別検討結果 (1/12)

| 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，非常用ディーゼル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，非常用ディーゼル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，非常用ディーゼル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絡している。 | — |
| 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。 | — |

表-10 事象の重畳 個別検討結果 (2/12)

| 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絡されることから、影響は個別事象同等となる。 | — |

表－10 事象の重畳 個別検討結果 (3/12)

| 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，非常用ディーゼル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，受圧面積が小さい施設又は荷重の影響が常時作用している荷重に対して小さい施設を除き，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（閉塞（吸気系）） ×火山（閉塞（吸気系）） | 閉塞（吸気系） | d | I | 雪と降下火砕物の吸込により，個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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） ×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，非常用ディーゼル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。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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。 | － |

表－10 事象の重畳 個別検討結果（4/12）

| 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。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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，非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。 | － |

表-10 事象の重畳 個別検討結果 (5/12)

| 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。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル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 | d | III 2 | 斜面に堆積した火山灰が降雨によりプラント周辺まで押し寄せ、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、受圧面積が小さい施設又は荷重の影響が常時作用している荷重に対して小さい施設を除き、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。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。 | － |
| 火山（閉塞（吸気系）） ×積雪（閉塞（吸気系）） | 閉塞（吸気系） | d | I | 降下火砕物と雪の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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。 | － |
| 火山（閉塞（取水）） ×生物学的事象（閉塞（取水）） | 閉塞（取水） | c | I | 降下火砕物と取水口周辺生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →二又川の水を取水するにあたっては、現場で水の状態を確認してから取水することになっていることから、降下火災物と生物流入が重畳しても個別事象と同等となる。 | － |

表-10 事象の重畳 個別検討結果 (6/12)

| 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 (閉塞 (吸気系)) ×風 (荷重 (風)) | 閉塞 (吸気系) | d | III 1 | 風の影響により、降下火砕物の吸込量が増加し、閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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。 | — |
| 火山 (閉塞 (吸気系)) ×森林火災 (閉塞 (吸気系)) | 閉塞 (吸気系) | d | I | 降下火砕物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。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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。 | — |
| 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。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル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 | <u>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。</u> <u>→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</u> | |

表－10 事象の重畳 個別検討結果（7/12）

| 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 |
|--------------------------------|--------|----|----|---|--------|
| 生物学的事象（閉塞（取水）） ×火山（閉塞（取水）） | 閉塞（取水） | c | I | 降下火砕物と取水口周辺生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →二又川の水を取水するにあたっては、現場で水の状態を確認してから取水することになっていることから、降下火砕物と生物流入が重畳しても個別事象と同等となる。 | － |
| 生物学的事象（閉塞（取水）） ×風（荷重（飛来物）） | 閉塞（取水） | c | I | 飛来物と取水口周辺生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →二又川の水を取水するにあたっては、現場で水の状態を確認してから取水することになっていることから、飛来物と生物流入が重畳しても個別事象と同等となる。 | － |
| 生物学的事象（閉塞（取水）） ×竜巻（荷重（飛来物）） | 閉塞（取水） | c | I | 飛来物と取水口周辺生物の流入により、個別事象と比べ閉塞及び取水機能の低下の可能性が高まると考えられる。 →二又川の水を取水するにあたっては、現場で水の状態を確認してから取水することになっていることから、飛来物と生物流入が重畳しても個別事象と同等となる。 | － |

表－10 事象の重畳 個別検討結果 (8/12)

| 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機関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。 | ○ |

表－10 事象の重畳 個別検討結果 (9/12)

| 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。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。 | － |
| 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。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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（閉塞（吸気系）） ×火山（閉塞（吸気系）） | 閉塞（吸気系） | d | I | ばい煙と降下火砕物の吸込により、個別事象と比べ閉塞の可能性が高まると考えられる。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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。 →換気空調設備の外気取入口フィルタ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。 | － |

表－10 事象の重畳 個別検討結果 (10/12)

| 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>→換気空調設備の外気取入口フィルタ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> | － |

表－10 事象の重畳 個別検討結果（11/12）

| 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。 →落雷は最も高い構造物である主排気筒に発生しやすいこと、及び、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。 →落雷は最も高い構造物である主排気筒に発生しやすいこと、及び、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。 →落雷は最も高い構造物である主排気筒に発生しやすいこと、及び、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。 →落雷は最も高い構造物である主排気筒に発生しやすいこと、及び、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。 →落雷は最も高い構造物である主排気筒に発生しやすいこと、及び、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。 | － |

表－10 事象の重畳 個別検討結果 (12/12)

| 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、非常用ディーゼル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、非常用ディーゼル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。 →相間短絡が発生したとしても外部電源喪失であり、非常用ディーゼル発電機は相間短絡の影響を受けない。 | － |
| <u>塩害（腐食）</u> <u>×火山（腐食）</u> | <u>腐食</u> | <u>c</u> | <u>I</u> | <u>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。</u> <u>→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</u> | － |

令和元年 11 月 6 日 R 1

補足説明資料 4 - 10 (9 条 その他)

設計基準事故時に生ずる応力の考慮について

安全上重要な施設は、当該安全上重要な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（地震及び津波を除く。以下同じ。）により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して、適切に組み合わせて設計する。また、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にし、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。

安全上重要な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は、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈第9条第2項において選定する自然現象に含まれる。また、安全上重要な施設を含む安全機能を有する施設は、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈において選定した自然現象又はその組み合わせにより、安全機能を損なわない設計としている。安全機能が損なわれなければ設計基準事故に至らないため、安全上重要な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又はその組み合わせと設計基準事故には因果関係はない。したがって、因果関係の観点からは、安全上重要な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により安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ず

る応力を組み合わせる必要はなく、安全上重要な施設は、個々の事象に対して安全機能を損なわない設計とする。

また、安全上重要な施設は、設計基準事故の影響が及ぶ期間に発生すると考えられる自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮する。

再処理施設において、安全上重要な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によって影響を受けると考えられる屋外に設置されている安全上重要な施設は、安全冷却水系 冷却塔及び主排気筒である。これらの安全上重要な施設は、再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈において選定した自然現象により安全機能を損なわない設計としている。したがって、因果関係の観点からは、安全上重要な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により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を組み合わせたとしても、設計上考慮すべき条件に影響はなく、自然現象により安全上重要な施設に作用する衝撃による応力の評価と変わらない。

一方、時間的変化の観点からは、事故の影響が長期間に及ぶことが考えられる高レベル濃縮廃液または溶融ガラスの漏えいもしくは臨界の発生頻度は低く、また、屋外に設置されている安全上重要な施設に対して大きな影響を及ぼす自然現象の発生頻度も低いことから、これらの設計基準事故の影響が及ぶ期間中に安全上重要な施設に大きな影響を及ぼす自然

現象が発生することは考えられない。仮に，事故の影響が長時間に及ぶことが考えられる設計基準事故の期間中に，安全上重要な施設に影響を及ぼす自然現象が発生したとしても，設計基準事故時に期待する影響緩和機能は自然現象による影響を受けない設計とすることから，設計基準事故時に自然現象により作用する応力を組み合わせたとしても，設計基準事故時の影響評価の結果は変わらない。

以上

令和元年 11 月 6 日 R 0

補足説明資料 4 - 11 (9 条 その他)

低温・凍結に対する評価

I. 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の設工認申請書「安全冷却水系の安全上重要な施設である屋外設置設備の凍結防止及び融雪に関する説明書」に記載の凍結に対する評価と同様に，冬季で環境条件が厳しい場合において，安全冷却水系の最低熱負荷時に冷却塔を全ベイ通水し，冷却水が凍結しないことを評価する。

<評価条件>

- 外気温度－41℃（国内極値（旭川））とする。
- 安全冷却水系の最低熱負荷は，使用済燃料集合体による崩壊熱がない状態で，一般熱負荷のみで評価する。
- 環境条件が厳しく，使用済燃料集合体による崩壊熱もないことから冷却塔上部の風量調整用ルーバは全閉として評価する。

<評価内容>

1) 安全冷却水系に入熱される熱量

使用済燃料集合体による崩壊熱がない状態の安全冷却水系に入熱される1ベイあたりの熱量 $Q_{入熱}$ は以下のとおり。

$$\underline{Q_{入熱} = 3.0 \times 10^6 \text{ (kcal/h/基)} \div 10 \text{ (ベイ/基)} = 3.0 \times 10^5 \text{ (kcal/h/ベイ)} \quad \dots \textcircled{1}}$$

2) 安全冷却水系冷却塔における放熱

安全冷却水系冷却塔に全ベイ通水し、外気温 - 41℃ の環境
下での放熱量 $Q_{\text{放熱}}$ は以下のとおり。

Q_r : 風による放散熱量 = 0.36×10^5 (kcal/h/ベ
イ) . . . ②

Q_l : ルーバすきまからの漏えい空気による熱損失 =
 0.68×10^5 (kcal/h/ベイ) . . . ③

$Q_{\text{放熱}} = ② + ③ = 1.04 \times 10^5$ (kcal/h/ベイ) . . . ④

上記より、 $Q_{\text{入熱}}$ (① 3.0×10^5 (kcal/h/ベイ)) $>$ $Q_{\text{放熱}}$ (④ 1.04×10^5 (kcal/h/ベイ)) であり、安全冷却水系
への入熱が放熱を上回っているため、凍結に至ることはない
と評価できる。

II. 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔

再処理設備本体用の安全冷却水系についても、使用済燃料
の受入れ施設及び貯蔵施設の設工認申請書「安全冷却水系の
安全上重要な施設である屋外設置設備の凍結防止及び融雪
に関する説明書」に記載の凍結に対する評価と同様に、冬季
で環境条件が厳しい場合において、安全冷却水系の最低熱負
荷時に冷却塔を全ベイ通水し、冷却水が凍結しないことを評
価する。

<評価条件>

- 外気温度 - 41℃ とする。

- 安全冷却水系の最低熱負荷は、「崩壊熱除去に関する説明書」に記載の熱負荷のうち、機器が内包する高レベル濃縮廃液等から発生する崩壊熱が無い状態で、「その他」の熱負荷のみで評価する。
- 環境条件が厳しく、機器が内包する高レベル濃縮廃液等から発生する崩壊熱が無いことから冷却塔上部の風量調整用ルーバは全閉として評価する。

<評価内容>

1) 安全冷却水系に入熱される熱量

高レベル濃縮廃液等から発生する崩壊熱が無い状態で安全冷却水系に入熱される1ベイあたりの熱量 $Q_{入熱}$ は以下のとおり。

$$\underline{Q_{入熱} = 5.6 \times 10^6 \text{ (W/基)} \div 9 \text{ (ベイ/基)} = 6.2 \times 10^5 \text{ (W/ベイ)}}$$

$$\underline{\Rightarrow 6.2 \times 10^5 \text{ (W/ベイ)} \times 0.8598 \text{ (kcal/h)} = 5.3 \times 10^5 \text{ (kcal/h/ベイ)} \dots \textcircled{1}}$$

2) 安全冷却水系冷却塔における放熱

安全冷却水系冷却塔に全ベイ通水し -41°C の環境下での放熱量 $Q_{放熱}$ は以下のとおり。

$$\underline{Q_r : \text{風による放散熱量} = 0.25 \times 10^5 \text{ (kcal/h/ベイ)} \dots \textcircled{2}}$$

$$\underline{Q_l : \text{ルーバすきまからの漏えい空気による熱損失} = 1.9 \times 10^5 \text{ (kcal/h/ベイ)} \dots \textcircled{3}}$$

$$\underline{Q_{放熱} = \textcircled{2} + \textcircled{3} = 2.15 \times 10^5 \text{ (kcal/h/ベイ)} \dots \textcircled{4}}$$

上記より、 $Q_{入熱}$ ($\textcircled{1} 5.3 \times 10^5 \text{ (kcal/h/ベイ)}$) $>$ $Q_{放}$

熱 (④ 2.15×10^5 (kcal/h/ベイ)]) であり、安全冷却水系への入熱が放熱を上回っているため、凍結に至ることはないと評価できる。

令和元年 11 月 6 日 R 0

補足説明資料 4 - 12 (9 条 その他)

高温に対する評価

I. 使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔

使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔の高温に対する評価は以下の通り。

<評価条件>

- 燃料貯蔵プールを構成しているコンクリートの健全性が保たれる最高使用温度を限界点とした時の外気温度を評価する。
- 冷却塔への熱負荷は、通常運転（2系列運転）を考慮し、設工認「プール水冷却系の冷却能力に関する説明書」に記載されている負荷量をもとに設定する。

<評価方針>

- 設工認申請書の「プール水冷却系の冷却能力に関する説明書」に記載されている式をもとに外気温度を算出する。

1. 安全冷却水温度の算出

プール水冷却系熱交換器において、管側（プール水）入口温度を燃料貯蔵プール水の最高使用温度の65℃とし、熱負荷を通常運転（2系列運転）を考慮した負荷量（ 9.0×10^6 kcal/h/基）とした場合の冷却水温度を算出する。

設工認申請書の「プール水冷却系の冷却能力に関する説明書」より、プール水冷却系熱交換器について以下の関係が成立する。

$$Q = A \times U \times \Delta t \quad \dots \text{①式}^{*1}$$

$$Q: \text{ 交換熱量} = \text{■■■■} \text{ (kcal/h/基)}^{*1}$$

$$A: \text{ 伝熱面積} = \text{■■■■} \text{ (m}^2\text{)}^{*1}$$

$$U: \text{ 総括伝熱係数 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t: \text{ プール水と冷却水の平均温度差 (}^\circ\text{C)}$$

プール水と冷却水の平均温度差 Δt は下記より求める。

$$\Delta t = \Delta t_L \times f^{*1}$$

ただし、

$$\Delta t_L \text{ (対数平均温度差)} = \frac{[(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)]}{\text{LN}[(T_1 - t_2) / (T_2 - t_1)]}^{*1}$$

より、

$$\Delta t = \frac{[(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)]}{\text{LN}[(T_1 - t_2) / (T_2 - t_1)]} \times f \quad \dots \text{②式}$$

となる。

※1：設工認申請書記載の値又は式

$$t_1: \text{管側 (プール水) 入口温度 (}^\circ\text{C)} = 65 (^\circ\text{C}) \text{ (燃料貯蔵プール水の最高使用温度)}$$

$$T_1: \text{胴側 (冷却水) 入口温度 (}^\circ\text{C)} = 55 (^\circ\text{C}) \text{ (算出結果)}$$

$$t_2: \text{管側 (プール水) 出口温度 (}^\circ\text{C)} = \text{■■■■} \\ = 60 (^\circ\text{C}) \dots \text{③式}^{\ast 1}$$

$$T_2: \text{胴側 (冷却水) 出口温度 (}^\circ\text{C)} = \text{■■■■} \\ = 60 (^\circ\text{C}) \dots \text{④式}^{\ast 1}$$

$$W_c: \text{管側 (プール水) 流量 (m}^3\text{/h)} \\ = \text{■■■■} \text{ (m}^3\text{/h)} \text{ }^{\ast 1}$$

$$W_s: \text{胴側 (冷却水) 流量 (m}^3\text{/h)} = \text{■■■■} \text{ (m}^3\text{/h)} \text{ }^{\ast 1}$$

$$f: \text{補正係数 (-)} = \text{■■■■} \text{ }^{\ast 1}$$

$$C_t: \text{プール水の比熱 (kcal/m}^3\text{}^\circ\text{C)} \text{ (温度の関数)} \\ = \text{■■■■} \text{ (kcal/m}^3\text{}^\circ\text{C)}$$

$$C_T: \text{冷却水の比熱 (kcal/m}^3\text{}^\circ\text{C)} \text{ (温度の関数)} \\ = \text{■■■■} \text{ (kcal/m}^3\text{}^\circ\text{C)}$$

※1: 設工認申請書記載の値又は式

< 総括伝熱係数 U の計算 >

総括伝熱係数 U は次式で表される。

$$U = (1/h_0 + 1/h_i \cdot d' / d + r)^{-1} \dots \textcircled{5} \text{式}$$

$$U: \text{総括伝熱係数 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)} = 1,695 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$h_0: \text{伝熱管外面の熱伝達率 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$= \blacksquare \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$h_i: \text{伝熱管内面の熱伝達率 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$= \blacksquare \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$r: \text{伝熱管の伝熱抵抗 + 汚れ係数 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}^{-1}$$

$$= \blacksquare \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}^{-1} \text{ ※1}$$

$$d': \text{伝熱管外径} = \blacksquare \text{ (mm)}$$

$$d: \text{伝熱管内径} = \blacksquare \text{ (mm)}$$

h_i は下記より求まる。

$$h_i = (\lambda_i / d) Nu_i = 9,097 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)} \dots \textcircled{6} \text{式}$$

$$Nu_i: \text{ヌセルト数 (-)} = 0.023 \times Re_i^{0.8} \times Pr_i^{0.4}$$

$$= 269 \dots \textcircled{7} \text{式}$$

$$Re_i: \text{レイノルズ数 (-)} = u_i d / \nu_i$$

$$= 71,760 \dots \textcircled{8} \text{式}$$

$$Pr_i: \text{管側のプラントル数 (-) (温度の関数)} = 2.9$$

$$\nu_i: \text{管側の動粘性係数 (m}^2\text{/s) (温度の関数)}$$

$$= \blacksquare \text{ (m}^2\text{/s)}$$

$$u_i: \text{水の管内流速 (m/s)} = \blacksquare \text{ (m/s)} \text{ ※1}$$

※1: 設工認申請書記載の値又は式

λ_i : 水の熱伝導率 (kcal/mh°C) (温度の関数)

$$= \text{■■■■} \text{ (kcal/mh°C)}$$

また、 h_o は下記より求まる。

$$h_o = (\lambda_o / d') Nu_o \text{ (W/m}^2\text{K)} = 6,657 \text{ (kcal/m}^2\text{h°C)}$$

・・・⑨式

$$Nu_o = 0.35 \times (\sigma_1 / \sigma_2)^{0.2} \times Re_o^{0.6} \times Pr_o^{0.36}$$

$$= 227 \text{ ・・・⑩式}$$

$$\sigma_1 = S_1 / d' = \text{■■■■} \text{ ※1}$$

$$\sigma_2 = S_2 / d' = \text{■■■■} \text{ ※1}$$

S_1 : 伝熱管ピッチ (流れに対して垂直方向)

$$= \text{■■} \text{ (mm) ※1}$$

S_2 : 伝熱管ピッチ (流れに対して水平方向)

$$= \text{■■■■} \text{ (mm) ※1}$$

$$Re_o: \text{胴側のレイノルズ数 (-)} = U_o d' / \nu_o$$

$$= 23,243 \text{ ・・・⑪式}$$

$$Pr_o: \text{胴側のプラントル数 (-) (温度の関数)} = 3.2$$

ν_o : 胴側の動粘性係数 (m²/s) (温度の関数)

$$= 5.0 \times 10^{-7} \text{ (m}^2\text{/s)}$$

$$u_o: \text{水の胴内流速 (m/s)} = \text{■■■■} \text{ (m/s) ※1}$$

λ_o : 水の熱伝導率 (kcal/mh°C) (温度の関数)

$$= \text{■■■■} \text{ (kcal/mh°C)}$$

※1: 設工認申請書記載の値又は式

計算で求まる熱負荷を Q' とすると、 Q' は①～⑩式から T_1 の関数で表現できる。

$Q (= 9.0 \times 10^6 \text{ kcal/h/基}) - Q' = 0$ となるときの T_1 の値を算出すると $T_1 = 55$ (°C) となる。

2. 外気温度の算出

冷却水の温度が 55°C と算出されたことから、この値をもとに冷却塔の熱負荷が最大の場合の冷却塔に入る空気温度を算出する。

設工認「プール水冷却系の冷却能力に関する説明書」より、冷却塔について以下の関係が成立する。

$$Q = A \times U \times \Delta t \quad \dots \text{①' 式}$$

$$A: \text{実際の伝熱面積} = \text{■} \text{ (m}^2\text{)} \quad \text{※1}$$

$$Q: \text{熱負荷} = \text{■} \text{ (kcal/h)} \quad \text{※1}$$

$$U: \text{総括伝熱係数 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$\Delta t: \text{対数平均温度差 (}^\circ\text{C)}$$

また、空気と水の対数平均温度差は以下の式により求まる。

$$\Delta t = [(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)] / \ln \{ (T_1 - t_2) / (T_2 - t_1) \}$$

... ②' 式

$$T_1: \text{管外入口温度 (空気) (}^\circ\text{C)} = 49 \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ (算出結果)}$$

$$T_2: \text{管外出口温度 (空気) (}^\circ\text{C)} = T_1 + Q / (CaWs) \\ = 55 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \dots \text{③' 式}$$

$$t_1: \text{管内入口温度 (冷却水) (}^\circ\text{C)} = t_2 + Q / (CcWc) \\ = 61 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \dots \text{④' 式}$$

※1: 設工認申請書記載の値又は式

$$t_2 : \text{管内出口温度 (冷却水)} (\text{°C}) = 54 (\text{°C})$$

$$Q : \text{熱交換量} = \text{■■■■} (\text{kcal/h}) \quad \text{※1}$$

$$W_c : \text{冷却水流量} = \text{■■■■} (\text{m}^3/\text{h}) \quad \text{※1}$$

$$W_s : \text{冷却空気流量} = \text{■■■■} (\text{kg/h}) \quad \text{※1}$$

$$C_c : \text{冷却水の比熱} = \text{■■■■} (\text{kcal/m}^3\text{°C}) \quad \text{※1}$$

$$C_a : \text{冷却空気の比熱} = \text{■■■■} (\text{kcal/kg°C}) \quad \text{※1}$$

※1 : 設工認申請書記載の値又は式

< 総括伝熱係数 U の計算 >

総括伝熱係数 U は下式で表される。

$$U = [(1/h_o') + (1/h_i)(d'/d) + r]^{-1} / F \dots \textcircled{5}' \text{ 式}$$

$$U: \text{総括伝熱係数 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)} = 31.79 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$h_o: \text{伝熱管外面の熱伝達率 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)} \text{ (フィン管基準)}$$

$$= 46.02 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$h_o': \text{伝熱管外面の熱伝達率 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)} \text{ (裸管基準)}$$

$$(h_o' = h_o \cdot F) = 989.95 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$h_i: \text{伝熱管内面の熱伝達率 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$= 8,260 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$r: \text{伝熱管の伝熱抵抗 + 汚れ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}^{-1}$$

$$= \text{■■■■} \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}^{-1} \text{ ※1}$$

$$d': \text{伝熱管外径 (mm)} = \text{■■■■} \text{ (mm)} \text{ ※1}$$

$$d: \text{伝熱管内径 (mm)} = \text{■■■■} \text{ (mm)} \text{ ※1}$$

$$F: \text{裸管基準への変換係数} = \{ \pi d' a + \pi d_f \cdot b + 2 \cdot (\pi / 4) (d_f^2 - d'^2) \} / \{ \pi d' \cdot (a + b) \}$$

$$= \text{■■■■} \text{ ※1}$$

$$d_f: \text{フィン外径 (mm)} = \text{■■■■} \text{ (mm)} \text{ ※1}$$

$$a: \text{フィン間すきま (mm)} = \text{■■■■} \text{ (mm)} \text{ ※1}$$

$$b: \text{フィン厚さ (mm)} = \text{■■■■} \text{ (mm)} \text{ ※1}$$

h_i は下記より求まる。

$$h_i = (\lambda_i / d) \cdot Nu_i = 8,260 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

・・・ $\textcircled{6}'$ 式

※1: 設工認申請書記載の値又は式

$$\underline{\text{Nu}_i: \text{ヌセルト数 (-)} = 0.023 \times \text{Re}_i^{0.8} \times \text{Pr}_i^{0.4}}$$

$$\underline{= 313.7 \quad \dots \textcircled{7}' \text{ 式}}$$

$$\underline{\text{Re}_i: \text{レイノルズ数 (-)} = u_i d / \nu_i}$$

$$\underline{= 83,398 \quad \dots \textcircled{8}' \text{ 式}}$$

$$\underline{\text{Pr}_i: \text{水のプラントル数 (-) (温度の関数)} = 3.1}$$

$$\underline{\nu_i: \text{水の動粘性係数 (m}^2/\text{s) (温度の関数)}$$

$$\underline{= 4.9 \times 10^{-7} \text{ (m}^2/\text{s)}}$$

$$\underline{u_i: \text{水の管内流速 (m/s)} = \text{■■■■} \text{ (m/s)} \quad \text{※}^1$$

$$\underline{\lambda_i: \text{水の熱伝導率 (kcal/mh}^\circ\text{C) (温度の関数)}$$

$$\underline{= \text{■■■■} \text{ (kcal/mh}^\circ\text{C)}}$$

また、 h_o は下記より求まる。

$$\underline{h_o = (\lambda_o / d') \cdot \text{Nu}_o = 46.02 \text{ (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}}$$

$\dots \textcircled{9}' \text{ 式}$

$$\underline{\text{Nu}_o = 0.1378 \times \text{Re}_o^{0.718} \times \text{Pr}_o^{(1/3)} \times (a/H)^{0.296}}$$

$$\underline{= 51.88 \quad \dots \textcircled{10}' \text{ 式}}$$

$$\underline{H: \text{フィン高さ} = \text{■■■■} \text{ (mm)} \quad \text{※}^1$$

$$\underline{\text{Re}_o: \text{レイノルズ数} = Gd' / \mu_o = 10,526}$$

$\dots \textcircled{11}' \text{ 式}$

$$\underline{\text{Pr}_o: \text{プラントル数 (温度の関数)} = 0.719}$$

$$\underline{\mu_o: \text{冷却空気側粘性係数 (kg/mh) (温度の関数)}$$

$$\underline{= 0.071 \text{ (kg/mh)}}$$

※1: 設工認申請書記載の値又は式

G : 冷却空気の単位面積当たりの重量流量 (kg/m²・h)

$$= \blacksquare \text{ (kg/m}^2\text{h)} \quad ※1$$

λ_o : 空気の熱伝導率 (kcal/mh°C) (温度の関数)

$$= \blacksquare \text{ (kcal/mh°C)}$$

計算で求まる熱負荷を Q' とすると, Q' は①' ~ ⑪' 式から T₁ の関数で表現できる。

Q (= 1.39 × 10⁷ kcal/h) - Q' = 0 となるときの T₁ の値を算出すると, 外気温度 T₁ = 49 (°C) となる。

※1 : 設工認申請書記載の値又は式

Ⅱ. 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔

再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔の高温に対する評価は以下のとおり。

<評価条件>

- 安全冷却水系のポンプの最高使用温度を動作限界点とした時の外気温度を評価する。
- 冷却塔への熱負荷は、通常運転（2系列運転）を考慮し、設工認申請書「崩壊熱除去に関する説明書」に記載されている熱負荷をもとに設定する。

<評価方針>

- 設工認申請書の「崩壊熱除去に関する説明書」に記載されている式をもとに、外気温度を算出する。

1. 外気温度の算出

安全冷却水系のポンプの最高使用温度の60℃に着目した。冷却塔に入る冷却水入口温度をポンプの最高使用温度の60℃とし、熱負荷を通常運転（2系列運転）を考慮した熱負荷（ 8.85×10^6 (W)）とした場合の外気温度を算出する。

一次冷却水の温度を60℃と設定したことから、この値をもとに冷却塔に入る外気温度を算出する。

設工認申請書の「崩壊熱除去に関する説明書」より、冷却塔について以下の関係が成立する。

$$A = Q / (U \times \Delta t_L) \text{ より}$$

$$Q = A \times U \times \Delta t_L \dots \textcircled{1} \text{ 式}$$

$$A: \text{ 実際の伝熱面積} = \text{■■■■} (\text{m}^2) \quad \text{※1}$$

$$Q: \text{ 熱負荷} = 8.85 \times 10^6 (\text{W}) = 7.61 \times 10^6 (\text{kcal/h})$$

$$U: \text{ 総括伝熱係数} (\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C})$$

$$\Delta t_L: \text{ 対数平均温度差} (\text{^\circ C})$$

となる。

また、対数平均温度差は以下の式により求まる。

$$\Delta t_L = (|T_1 - t_2| - |T_2 - t_1|) / \ln \{ (T_1 - t_2) / (T_2 - t_1) \}$$

$$\dots \textcircled{2} \text{ 式}$$

$$T_1: \text{ 冷却空気入口温度} (\text{^\circ C}) = 50 (\text{^\circ C}) \text{ (算出結果)}$$

$$T_2: \text{ 冷却空気出口温度} (\text{^\circ C}) = T_1 + Q / (CaWs)$$

$$= 55 (\text{^\circ C}) \dots \textcircled{3} \text{ 式}$$

$$t_1: \text{ 冷却水入口温度} (\text{^\circ C}) = 60 (\text{^\circ C})$$

$$t_2: \text{ 冷却水出口温度} (\text{^\circ C}) = t_1 - Q / (Cc \gamma_i Wc)$$

$$= 55 (\text{^\circ C}) \dots \textcircled{4} \text{ 式}$$

$$Q: \text{ 熱交換量} = 7.61 \times 10^6 (\text{kcal/h})$$

$$Wc: \text{ 冷却水流量} = \text{■■■■} (\text{m}^3/\text{h}) \quad \text{※1}$$

$$Ws: \text{ 冷却空気流量} = \text{■■■■} (\text{kg/h}) \quad \text{※1}$$

$$\gamma_i: \text{ 冷却水の比重量} (\text{kg/m}^3) \text{ (温度の関数)}$$

$$= \text{■■■■} (\text{kg/m}^3)$$

$$Cc: \text{ 冷却水の比熱} (\text{kcal/kg}^\circ\text{C}) \text{ (温度の関数)}$$

$$= \text{■■■■} (\text{kcal/kg}^\circ\text{C})$$

※1: 設工認申請書記載の値又は式

$$Ca : \text{冷却空気の比熱 (kcal/kg}^\circ\text{C)} \text{ (温度の関数)}$$

$$= \blacksquare \text{ (kcal/kg}^\circ\text{C)}$$

< 総括伝熱係数 U の計算 >

総括伝熱係数 U は下式で表される。

$$U = [(1/h_o) + r_{fo} + \{(1/h_i) + r_{fi}\} (A_o/A_i) + r_w (A_o/A_{bo})]^{-1}$$

・・・⑤' 式

$$U : \text{総括伝熱係数 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$h_o : \text{冷却空気側熱伝達率 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$h_i : \text{冷却水側熱伝達率 (kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C)}$$

$$r_{fo} : \text{冷却空気側汚れ係数 (m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal)}$$

$$= \blacksquare \text{ (m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal)} \text{ ※1}$$

$$r_{fi} : \text{冷却水側汚れ係数 (m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal)}$$

$$= \blacksquare \text{ (m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal)} \text{ ※1}$$

$$r_w : \text{伝熱管の伝熱抵抗 (m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal)}$$

$$= \blacksquare \text{ (m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal)} \text{ ※1}$$

$$A_o : \text{フィン基準伝熱面積 (m}^2\text{/m)}$$

$$= \frac{\pi D_r (1 - f_t N_r) + 2 \cdot (\pi / 4) (D_f^2 - D_r^2) N_f + \pi D_f f_t N_f}{\text{...}}$$

$$= \blacksquare \text{ (m}^2\text{/m)} \text{ ※1}$$

$$D_f : \text{フィン外径} = \blacksquare \text{ (mm)} \text{ ※1}$$

$$D_r : \text{フィン元径} = \blacksquare \text{ (mm)} \text{ ※1}$$

$$f_t : \text{フィン厚さ} = \blacksquare \text{ (mm)} \text{ ※1}$$

$$N_f : \text{フィン枚数 (枚/m)} = \blacksquare \text{ (枚/m)} \text{ ※1}$$

※1 : 設工認申請書記載の値又は式

$$\underline{A_i} : \text{管内側基準伝熱面積 (m}^2/\text{m)} = \pi d_i$$

$$= \blacksquare (\text{m}^2/\text{m}) \quad \ast 1$$

$$\underline{d_i} : \text{伝熱管内径} = \blacksquare (\text{mm}) \quad \ast 1$$

$$\underline{A_{bo}} : \text{裸管基準伝熱面積 (m}^2/\text{m)} = \blacksquare (\text{m}^2/\text{m}) \quad \ast 1$$

h_i は下記より求まる。

$$\underline{h_i} = (\lambda_i / d_i) \text{Nu}_i (\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}) = 4379 (\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C})$$

・・・⑥' 式

$$\underline{\text{Nu}_i} : \text{ヌセルト数 (-)} = 0.023 \times \text{Re}_i^{0.8} \times \text{Pr}_i^{0.4} = 222.6$$

・・・⑦' 式

$$\underline{\text{Re}_i} : \text{レイノルズ数 (-)} = u_i d_i / \nu_i = 33668$$

・・・⑧' 式

$$\underline{\text{Pr}_i} : \text{冷却水のプラントル数 (-) (温度の関数)} = 8.13$$

$$\underline{\nu_i} : \text{冷却水の動粘性係数 (m}^2/\text{s)} (\text{温度の関数})$$

$$= 1.02 \times 10^{-6} (\text{m}^2/\text{s})$$

$$\underline{u_i} : \text{冷却水の管内流速} = \blacksquare (\text{m}/\text{s}) \quad \ast 1$$

$$\underline{\lambda_i} : \text{冷却水の熱伝導率 (kcal}/\text{mh}^\circ\text{C)} (\text{温度の関数})$$

$$= \blacksquare (\text{kcal}/\text{mh}^\circ\text{C})$$

また, h_o は下記より求まる。

$$\underline{h_o} = 0.134 \times \{G_{\max} \times D_r / \mu_o\}^{0.661} \{C_a \mu_o / \lambda_o\}^{0.33} (A/H)^{0.2} (A/B)^{0.1134} (\lambda_o / D_r) = 42.2 (\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}) \quad \dots \text{⑨' 式}$$

$$\underline{A} : \text{フィン間すきま (mm)} = \blacksquare (\text{mm}) \quad \ast 1$$

$$\underline{B} : \text{フィン厚さ (mm)} = \blacksquare (\text{mm}) \quad \ast 1$$

$$\underline{H} : \text{フィン高さ (mm)} = \blacksquare (\text{mm}) \quad \ast 1$$

※1: 設工認申請書記載の値又は式

$$\begin{aligned} G_{\max} &: \text{冷却空気の単位面積当たりの重量流量 (kg/m}^2\text{h)} \\ &= \blacksquare \text{ (kg/m}^2\text{h)} \quad \text{※1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_o &: \text{冷却空気側粘性係数 (kg/mh) (温度の関数)} \\ &= 0.0712 \text{ (kg/mh)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_o &: \text{冷却空気側熱伝導率 (kcal/mh}^\circ\text{C) (温度の関数)} \\ &= 0.0242 \text{ (kcal/mh}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

計算で求まる熱負荷を Q' とすると、 Q' は①' ~ ⑨' 式から T_1 の関数で表現できる。

$Q (= 8.85 \times 10^6 \text{ (W)} = 7.61 \times 10^6 \text{ (kcal/h)}) - Q' = 0$ となるときの T_1 の値を算出すると、外気温度 $T_1 = 50 \text{ (}^\circ\text{C)}$ となる。

※1: 設工認申請書記載の値又は式

2. 2次冷却水温度の算出

冷却塔の一次冷却水入口温度が 60°C のときに、中間熱交換器の2次冷却水のポンプの最高使用温度 (60°C) を超えていないことを確認する。確認にあたり、中間熱交換器と各機器への2次冷却水の系統をみるとポンプの配置には、中間熱交換器の入口にあるものと、出口にあるものがある。ポンプの温度を考慮すると、中間熱交換器の入口に配置されている方が各機器で除去した熱を含むため、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の中間熱交換器を確認対象とする。

中間熱交換器において、1次側入口温度を1. で算出した 55°C とし、熱負荷を通常運転 (2系列運転) を考慮した負荷量 ($1.77 \times 10^4 \text{ (W)}$) とした場合の2次冷却水温度を算出する。

設工認「崩壊熱除去に関する説明書」より，中間熱交換器に
ついて以下の関係が成立する。

$$\underline{A = Q / (U \times \Delta t_L) \text{ より}}$$

$$\underline{Q = A \times U \times \Delta t_L \dots \textcircled{1} \text{式}}$$

$$\underline{A : \text{実際の伝熱面積} = \text{■■■■} (\text{m}^2) \text{ ※1}}$$

$$\underline{Q : \text{熱負荷} = 1.77 \times 10^4 (\text{W})}$$

$$\underline{U : \text{総括伝熱係数} (\text{W} / \text{m}^2 \text{K})}$$

$$\underline{\Delta t_L : \text{対数平均温度差} (\text{K})}$$

となる。

また， Δt_L は，以下のように計算される。

$$\underline{\Delta t_L = [(t_{2i} - t_{1o}) - (t_{2o} - t_{1i})] / \text{LN}[(t_{2i} - t_{1o}) / (t_{2o} - t_{1i})] \times f}$$

..... ②式

$$\underline{t_{2i} : \text{2次側入口温度} (\text{℃}) = 60 (\text{℃}) (\text{算出結果})}$$

$$\underline{t_{2o} : \text{2次側出口温度} (\text{℃}) = t_{2i} - Q / (C_2 \rho_2 W_2)}$$
$$\underline{= 58 (\text{℃}) \dots \textcircled{3} \text{式}}$$

$$\underline{t_{1i} : \text{1次側入口温度} (\text{℃}) = 55 (\text{℃})}$$

$$\underline{t_{1o} : \text{1次側出口温度} (\text{℃}) = t_{1i} + Q / (C_1 \rho_1 W_1)}$$
$$\underline{= 59 (\text{℃}) \dots \textcircled{4} \text{式}}$$

$$\underline{W_1 : \text{1次側流量} (\text{m}^3 / \text{s}) = \text{■■■■} (\text{m}^3 / \text{s}) \text{ ※1}}$$

$$\underline{W_2 : \text{2次側流量} (\text{m}^3 / \text{s}) = \text{■■■■} (\text{m}^3 / \text{s}) \text{ ※1}}$$

$$\underline{f : \text{補正係数} (-) = \text{■■} \text{ ※1}}$$

$$\underline{C_1 : \text{1次側流体の比熱} (\text{J} / \text{kgK}) (\text{温度の関数})}$$
$$\underline{= \text{■■■■} (\text{J} / \text{kgK})}$$

※1：設工認申請書記載の値又は式

C_2 : 2次側流体の比熱 (J/kgK) (温度の関数)

$$= \text{■■■■} \text{ (J/kgK)}$$

$\rho_{.1}$: 1次側流体の密度 (kg/m³) (温度の関数)

$$= \text{■■■■} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$\rho_{.2}$: 2次側流体の密度 (kg/m³) (温度の関数)

$$= \text{■■■■} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

<総括伝熱係数 U の計算>

総括伝熱係数 U は次式で表される。

$$U = (1/h_o + 1/h_i \cdot d' / d + r)^{-1} \dots \text{⑤式}$$

$$U : \text{総括伝熱係数 (W/m}^2\text{K)} = 937.38 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

$$h_o : \text{伝熱管外面の熱伝達率 (W/m}^2\text{K)}$$

$$= 2626.00 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

$$h_i : \text{伝熱管内面の熱伝達率 (W/m}^2\text{K)}$$

$$= 3900.27 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

$$r : \text{伝熱管の伝熱抵抗 + 汚れ係数 (m}^2\text{K/W)}$$

$$= \text{■■■■} \text{ (m}^2\text{K/W)} \text{ ※1}$$

$$d' : \text{伝熱管外径 (m)} = \text{■■■■} \text{ (m)} \text{ ※1}$$

$$d : \text{伝熱管内径 (m)} = \text{■■■■} \text{ (m)} \text{ ※1}$$

h_i は下記より求まる。

$$h_i = (\lambda_{.i} / d) Nu_i \text{ (W/m}^2\text{K)} = 3900.27 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

・・・⑥式

※1 : 設工認申請書記載の値又は式

$$\underline{Nu_i: \text{ヌセルト数} (-) = 0.023 \times Re_i^{0.8} \times Pr_i^{0.4} = 76.29}$$

・・・⑦式

$$\underline{Re_i: \text{レイノルズ数} (-) = u_i d / \nu_i = 14341.74}$$

・・・⑧式

$$\underline{Pr_i: \text{管側のプラントル数} (-) (\text{温度の関数}) = 3.08}$$

$$\underline{\nu_i: \text{管側の動粘性係数} (m^2/s) (\text{温度の関数})}$$

$$= 4.87 \times 10^{-7} (m^2/s)$$

$$\underline{u_i: \text{水の管内流速} (m/s) = \text{■■■■} (m/s) \quad ※1}$$

$$\underline{\lambda_i: \text{水の熱伝導率} (W/m \cdot K) (\text{温度の関数})}$$

$$= \text{■■■■} (W/m \cdot K)$$

また、 h_o は下記より求まる。

$$\underline{h_o = (\lambda_o / d') Nu_o (W/m^2K) = 2626.00 (W/m^2K)}$$

・・・⑨式

$$\underline{Nu_o = 0.35 \times (\sigma_1 / \sigma_2)^{0.2} \times Re_o^{0.6} \times Pr_o^{0.36}}$$

$$= 86.25 \quad \dots \text{⑩式}$$

$$\underline{\sigma_1 = S_1 / d' = \text{■■■■} (\text{構造図より})}$$

$$\underline{\sigma_2 = S_2 / d' = \text{■■■■} (\text{構造図より})}$$

$$\underline{S_1: \text{伝熱管ピッチ} (\text{流れに対して垂直方向})}$$

$$= \text{■■■■} (mm) (\text{構造図より})$$

$$\underline{S_2: \text{伝熱管ピッチ} (\text{流れに対して水平方向})}$$

$$= \text{■■■■} (mm) (\text{構造図より})$$

$$\underline{Re_o: \text{胴側のレイノルズ数} (-) = u_o d' / \nu_o}$$

$$= 2585.79 \quad \dots \text{⑪式}$$

$$\underline{Pr_o: \text{胴側のプラントル数} (-) (\text{温度の関数}) = 8.35}$$

※1: 設工認申請書記載の値又は式

$$\begin{aligned} \nu_o &: \text{胴側の動粘性係数 (m}^2/\text{s) (温度の関数)} \\ &= 1.05 \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{s)} \end{aligned}$$

$$u_o: \text{水の胴内流速 (m/s)} = \blacksquare \text{ (m/s)} \quad \text{※1}$$

$$\begin{aligned} \lambda_o &: \text{水の熱伝導率 (W/m} \cdot \text{K) (温度の関数)} \\ &= \blacksquare \text{ (W/m} \cdot \text{K)} \end{aligned}$$

計算で求まる熱負荷を Q' とすると、 Q' は①～⑩式から t_{2i} の関数で表現できる。

$Q (= 1.77 \times 10^4 \text{ (W)}) - Q' = 0$ となるときの t_{2i} (2次側入口温度 (°C)) を算出すると、 $t_{2i} = 60 \text{ (°C)}$ となる。したがって、ポンプの最高使用温度 (60°C) を超えていないことを確認した。

※1: 設工認申請書記載の値又は式

令和元年 11 月 6 日 R O

補足説明資料 4 - 13 (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、構内排水路による排水、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。

安全機能を有する施設を内包する建屋は、設計上考慮する降水量を上回る降水に対し、構内排水設備による排水により影響を受けない設計とし、安全機能を損なわない設計とする。

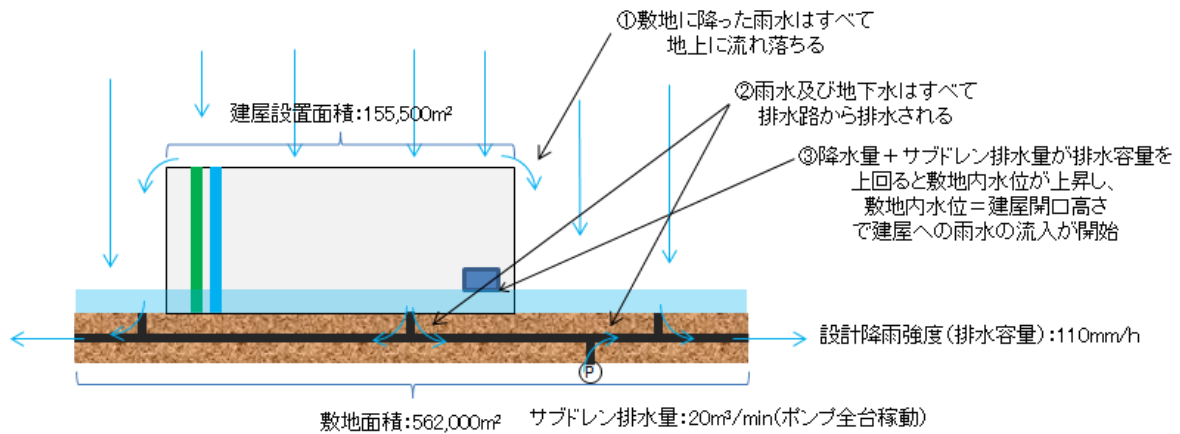
2. 降水による敷地内浸水影響評価

2.1 敷地内水位の評価モデル

<条件>

- 敷地に降った雨が地上に溜まり、水位上昇に寄与するものとする。
- 雨水の排水経路は構内排水設備の排水路のみとし、敷地外への流出は考慮しない。
- 建屋及び構築物上面に降った雨水は、すべて地面へ流れ落ちるものとする。
- 排水路には雨水の排水の他、建屋サブドレンポンプからの排水が流入するものとし、サブドレンポンプが全台数稼働し、排水路を通して地下水が排水される想定とする。
- 安全機能を有する施設を内包する建屋の開口部高さに敷地内水位が到達した時、建屋への雨水の流入が発生するもの

とする。



第 4-6-1 図 敷地内水位の評価モデル

2.2 評価対象

安全機能を有する施設を内包する主要な建屋のうち、雨水の流入が最も早い建屋（開口部高さが最も低い建屋）を対象とする。

以上より、非常用電源建屋を評価対象とする。（第 4-6-1 表）

2.3 評価結果（建屋へ雨水の流入が発生する 1 時間降水量）

雨水の流入が発生する 1 時間降水量を x (mm/h) とすると、1 時間で敷地全体に降る雨の総量は以下のとおり。

$$x \text{ (mm/h)} \times 10^{-3} \times 562000 \text{ (m}^2\text{)} = 562 x \text{ (m}^3\text{/h)} \quad \dots \dots \text{①}$$

サブドレンポンプにより 1 時間に排水される水の量は以下のとおり。

$$20 \text{ (m}^3\text{/min)} \times 60 \text{ (min)} = 1200 \text{ (m}^3\text{/h)} \quad \dots \dots \text{②}$$

構内排水設備によって 1 時間に排水される水の量は以下のとおり。

$$110 \text{ (mm/h)} \times 10^{-3} \times 562000 \text{ (m}^2\text{)} = 61820 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

……③

①～③より，1時間で敷地内に滞留する水の総量は以下のとおり。

$$(\text{敷地内に滞留する水の総量}) = 562 \cdot x + 1200 - 61820 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \dots\dots ④$$

敷地内に滞留している水の水深が 0.3 m となった時に建屋への浸水が始まるので，以下の式が成り立つ。

$$(562 \cdot x + 1200 - 61820) \div (562000 - 155500) = 0.3$$

……⑤

$$x = 324.8 \quad (\text{mm/h})$$

よって，非常用電源建屋へ雨水の流入が発生する1時間降水量は約 320 mm である。

したがって，設計上考慮する降水量を想定しても，浸水により安全機能が損なわれることはないことを確認した。

また，過去の気象の記録を参照すると，1時間降水量 320 mm/h を超える降水が発生することは想定し難い。（第 4-6-2 表）

3. 荷重の影響について

降水による荷重の影響について，安全機能を有する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，速やかに排水が可能である。また，屋外に設置されている安全機能を有する施設は，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ため，影響はない。

以上のことから，安全機能を有する施設を内包する建屋及び屋

外に設置されている安全機能を有する施設は、設計上考慮する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。

第 4-6-1 表 安全機能を有する施設を内包する主要な建屋の開口部高さ

| 建屋 | 開口部高さ (m) |
|------------------|-----------|
| 前処理建屋 | 0.39 |
| 分離建屋 | 0.39 |
| 精製建屋 | 0.39 |
| ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 | 0.30 |
| 高レベル廃液ガラス固化建屋 | 0.39 |
| 非常用電源建屋 | 0.30 |

第 4-6-2 表 観測史上の順位 (1 時間降水量)

| 順位 | 都道府県 | 地点 | 観測値 | |
|----|------|-----|-------|------------------|
| | | | m m | 起日 |
| 1 | 千葉県 | 香取 | 153 | 1999 年 10 月 27 日 |
| 2 | 長崎県 | 長浦岳 | 153 | 1982 年 7 月 23 日 |
| 3 | 沖縄県 | 多良間 | 152 | 1988 年 4 月 28 日 |
| 4 | 熊本県 | 甲佐 | 150.0 | 2016 年 6 月 21 日 |
| 5 | 高知県 | 清水 | 150.0 | 1944 年 10 月 17 日 |

出典：気象庁 HP (2019.8.27 現在)

令和元年 11 月 6 日 R O

補足説明資料 4 - 14 (9 条 その他)

設計上想定を超える自然現象に対応した手順について

万一，設計上の想定を超える自然現象が発生しても，重大事故等の起因とならないようにするために，以下の手順を整備する。

a．降　　水

建屋への浸水のおそれがある場合に，建屋開口部へ土嚢を設置する手順を整備する。

b．高　　温

安全冷却水系の温度の上昇傾向が継続する場合に，崩壊熱の除去に必要な安全冷却水系の温度を維持するため冷却塔へ散水する手順を整備する。

c．凍　　結

安全冷却水系の温度の低下傾向が継続する場合に，安全冷却水の凍結を防止するため冷却塔の運転台数の調整及び循環ポンプの運転を継続する手順を整備する。

d．積　　雪

敷地内の積雪深さが190 c mを超えるおそれがある場合に，安全冷却水系冷却塔上部及び安全上重要な施設を内包する建屋屋上の積雪が190 c mに至る前に除雪を行う手順を整備する。

e. 生物学的事象

巡視点検によりバードスクリーンを確認し，大量の昆虫類の付着及び冷却性能の低下が認められた場合に，付着した昆虫類の除去を行う手順を整備する。

f. 塩害

受電開閉設備の碍子部分の絶縁を保つため，洗浄を行う手順を整備する。

以上

令和元年 11 月 6 日 R 1

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

再処理施設の主要な建物及び構築物は、海岸からの距離が約5km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

再処理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5km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。



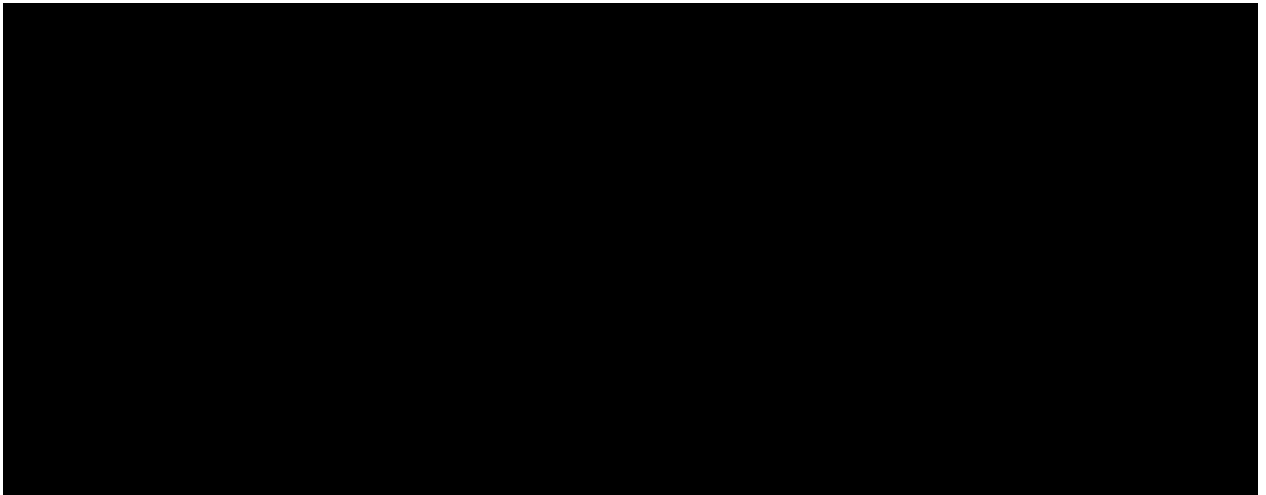
第 5-2-1 図 再処理施設の海岸からの距離

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

A large black rectangular redaction box covers the entire content of the table, obscuring all data and text within its boundaries.

■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 11 月 6 日 R 1

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6-1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、再処理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表1に示す。

表 1 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 | 再処理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場合がある。敷地の変動等により屋外設備の基礎や地中設備の損傷させる可能性がある。 | No.20 掘削工事 |
| 落雷 | 再処理施設への落雷により，広範な範囲で計測系，制御系を損傷させる可能性がある。 | No.19 電磁的障害 |
| 竜巻 | 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。 | No.9 爆発 |

(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、単独事象として再処理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再処理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.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)の重ねあわせが考えられる。

「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

機又は米軍機を対象とし、敷地内の再処理施設の建屋外壁等の至近への落下による火災を想定する。それに対し、森林火災は再処理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、再処理施設への影響は「森林火災」と「石油備蓄基地の火災」の重ねあわせで包絡される。

b. 爆発

「No.12 プラント外での爆発」については、再処理施設周辺の社会環境からみて、爆風圧の影響が再処理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 11 月 6 日 R 1

補足説明資料 5 - 7 (9 条 その他)

考慮した外部事象についての対応状況

考慮した外部事象のうち、新たに影響評価ガイドが制定されたものについては、今回、ガイドに基づく影響評価を実施し必要な対応を行っている。また、落雷については影響評価ガイドが制定されていないが、「再処理施設分離建屋における安全上重要な機器の故障について（最終報告）」（2015年10月15日報告）にて報告した事象を踏まえ、新たな対応を追加している。それ以外の事象については、新たに対応を追加変更しているものはない。

旧指針、新基準の解釈で例示されている事象であるかどうか、再処理事業指定申請書での記載有無も併せて、下表に整理した。

表 5-7-1 考慮した外部事象についての対応状況

| 事象 | | 旧指針 | 新基準 | 既記載 | 対応変更 | 説明 | |
|------|---|-------|-----|-----|------|----|--|
| 自然現象 | 1 | 洪水 | ○ | ○ | あり | なし | 添付書類四「5.水理」に水理状況を記載している。方針に変更なし。 |
| | 2 | 風（台風） | ○ | ○ | あり | なし | 添付書類四「2.気象」にて最大瞬間風速を記載している。設置時より、建築基準法に基づき設計している。データの期間のみ変更、方針に変更なし。 |
| | 3 | 竜巻 | — | ○ | — | あり | 今回、竜巻影響評価ガイドに基づき評価等実施。 |
| | 4 | 凍結 | ○ | ○ | あり | なし | 添付書類四「2.気象」にて最低気温を記載している。設置時より、凍結防止対策を実施している。データの期間のみ変更、方針に変更なし。 |

| 事象 | | 旧指針 | 新基準 | 既記載 | 対応変更 | 説明 | | |
|------|--------|--------|----------------|-----|------|----|---|----------------------------------|
| 自然現象 | 5 | 降水 | — | ○ | — | なし | 添付書類四「2.気象」にて最大日降水量を記載している。既許可には最大1時間降水量の記載がないため今回追加。方針に変更なし。 | |
| | 6 | 積雪 | ○ | ○ | あり | なし | 添付書類四「2.気象」にて最大の積雪深さを記載している。 <u>積雪単体での荷重を考慮する場合には、六ヶ所地域最大を考慮している。</u> データの期間のみ変更、方針に変更なし。 | |
| | 7 | 落雷 | — | ○ | — | あり | 今回、新たに設計上考慮する落雷の規模を定め、評価等実施。 | |
| | 8 | 火山の影響 | — | ○ | — | あり | 今回、火山影響評価ガイドに基づき評価等実施。 | |
| | 9 | 生物学的事象 | — | ○ | — | なし | 設置時よりバードスクリーンを設置している。既許可には詳細がないため今回追記。 | |
| | 10 | 森林火災 | — | ○ | — | あり | 今回、外部火災影響評価ガイドに基づき評価等実施。 | |
| | 11 | 高潮 | — | — | — | なし | 添付書類四「2.気象」にて潮位及び水理状況を記載している。設置時より、高潮の潮位を考慮した敷地レベルとなっている。データの期間のみ変更、方針に変更なし。 | |
| | 12 | 地滑り | — | ○ | — | なし | <u>補足説明資料4-1にて周辺地域の状況を記載している。</u> <u>再処理施設は、地すべりのおそれのない敷地に設置されていることを確認している。</u> | |
| | 外部人為事象 | 1 | 飛来物 (航空機落下) | ○ | ○ | あり | あり | 添付書類六「1.安全設計」にて再処理施設への評価を記載している。 |
| | | 2 | ダムの崩壊 | ○ | ○ | — | なし | — |
| | | 3 | 爆発 | ○ | ○ | — | あり | 今回、外部火災影響評価ガイドに基づき評価実施。 |
| | | 4 | 近隣工場等の火災 | — | ○ | — | あり | 今回、外部火災影響評価ガイドに基づき評価実施。 |
| 5 | | 有毒ガス | — | ○ | — | あり | 今回、有毒ガス発生時における対応を記載している。 | |
| 6 | | 船舶の衝突 | — | ○ | — | なし | — | |
| 7 | | 電磁的障害 | — | ○ | — | なし | 設置時より、計測制御系にJIS等に基づく対策を実施している | |

凡例

- 旧指針 : 再処理施設安全審査指針（昭和 61 年 2 月 20 日）指針 1 での例示有無
- 新基準 : 再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年 11 月 27 日）第九条解釈 2，7 での例示有無
- 既記載 : 再処理事業所 再処理事業指定申請書(平成 22 年 2 月 19 日申請)の記載有無
- 対応変更 : 新たにガイドに基づく評価等を行なったもの又は新たに対策等を講じたものを「あり」とした。