

【公開版】

資料2	令和元年 12 月 24 日
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

安全冷却水系冷却塔の設置位置の変更

### 第322回審査会合（令和元年12月17日）におけるご指摘の内容

- 航空機落下確率評価における全ての建物・構築物の面積を合算した場合の航空機落下確率について、計算方法も含め示すこと。

#### 回 答

##### 1. 再処理施設の航空機落下確率評価

再処理施設における航空機落下確率評価においては、「落下事故件数（回）」及び「再処理施設の標的面積（ $\text{km}^2$ ）」等を入力条件としている。

このうち標的面積については、再処理施設は工程ごとに安全機能が独立して複数の建屋で構成されていることから安全上重要な施設を収納する建屋及び屋外に設置する安全上重要な施設並びに安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物の面積を合算した面積を標的面積とし、建屋ごとに航空機落下確率評価を行い、追加の防護設計の要否判断を行っている。

なお、上記の建屋ごとの評価の他、参考として対象となる全ての建物・構築物の面積を合算した場合についても航空機落下確率評価を行っている。

##### 2. 安全冷却水系冷却塔設置位置変更に伴う航空機落下確率評価

安全冷却水系冷却塔の設置位置変更に伴い、入力条件の一つである再処理施設の標的面積の桁処理について見直しを行った。

標的面積の桁処理については、建屋ごとの評価においては、「建物全体を外壁及び屋根で保護する設計としている建物・構築物の面積（A1）」と「建物全体を外壁及び屋根で防護する設計としていない建物・構築物の面積（A2）」を求めた上で、それぞれの面積の2桁目を切り上げ、全ての建物・構築物を合算した場合の評価においては、「建物全体を外壁及び屋根で保護する設計としている建物・構築物の面積（A1）」と「建物全体を外壁及び屋根で防護する設計としていない建物・構築物の面積（A2）」を求めた上で、それぞれの面積の100の位を切り上げていた。

建屋ごとの評価において、2桁目を切り上げた場合、切り上げ前の標的面積の大きさによって、1,000の位を切り上げた標的面積の建屋と100の位を切り上げた標的面積の建屋が混在した状態となっていたことから、建屋ごとの評価においても100の位を切り上げた標的面積に見直しを行った。

《建屋ごとの場合（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）》

落下事故の種類	桁処理見直し前 (冷却塔設置位置変更前)		桁処理見直し後 (冷却塔設置位置変更後)	
	標的面積 (k m <sup>2</sup> )	航空機落下確率 (回/年)	標的面積 (k m <sup>2</sup> )	航空機落下確率 (回/年)
1. 計器飛行方式民間航空機	0.050	$2.7 \times 10^{-10}$	0.043	$2.3 \times 10^{-10}$
2. 自衛隊機又は米軍機（合計）	0.050	$6.1 \times 10^{-8}$	0.043	$4.5 \times 10^{-8}$
（1）自衛隊機又は米軍機（A1）	0.030(0.0302) <sup>※</sup>	$1.9 \times 10^{-8}$	0.031(0.0302) <sup>※</sup>	$2.0 \times 10^{-8}$
（2）自衛隊機又は米軍機（A2）	0.020(0.0150) <sup>※</sup>	$4.2 \times 10^{-8}$	0.012(0.01173) <sup>※</sup>	$2.6 \times 10^{-8}$
3. 航空機落下確率の総和	—	$6.2 \times 10^{-8}$	—	$4.5 \times 10^{-8}$

※( )内の値は切り上げ前の標的面積。

《全ての建物・構築物の面積を合算した場合》

落下事故の種類	桁処理見直し前 (冷却塔設置位置変更前)		冷却塔設置位置変更後 (冷却塔設置位置変更後)	
	標的面積 (k m <sup>2</sup> )	航空機落下確率 (回/年)	標的面積 (k m <sup>2</sup> )	航空機落下確率 (回/年)
1. 計器飛行方式民間航空機	0.080	$4.3 \times 10^{-10}$	0.082	$4.4 \times 10^{-10}$
2. 自衛隊機又は米軍機（合計）	0.080	$8.0 \times 10^{-8}$	0.082	$8.7 \times 10^{-8}$
（1）自衛隊機又は米軍機（A1）	0.060(0.0571) <sup>※</sup>	$3.9 \times 10^{-8}$	0.058(0.0571) <sup>※</sup>	$3.7 \times 10^{-8}$
（2）自衛隊機又は米軍機（A2）	0.020(0.0207) <sup>※</sup>	$4.2 \times 10^{-8}$	0.024(0.02317) <sup>※</sup>	$5.1 \times 10^{-8}$
3. 航空機落下確率の総和	—	$8.1 \times 10^{-8}$	—	$8.8 \times 10^{-8}$

※( )内の値は切り上げ前の標的面積。

【別紙1 安全審査 整理資料 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔の設置位置変更 3.2.4項 参照】

【別紙2 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（航空機落下） 参照】

提出年月日	令和元年 12 月 20 日	R5
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

### 安全冷却水系冷却塔の設置位置の変更

       : 第 3 2 2 回審査会合からの変更点を示す。

## 目 次

- 1 章 安全冷却水系冷却塔の設置位置の変更に伴う再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則への影響
  1. 変更概要
  2. 設計方針
  3. 再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則への影響
  
- 2 章 補足説明資料

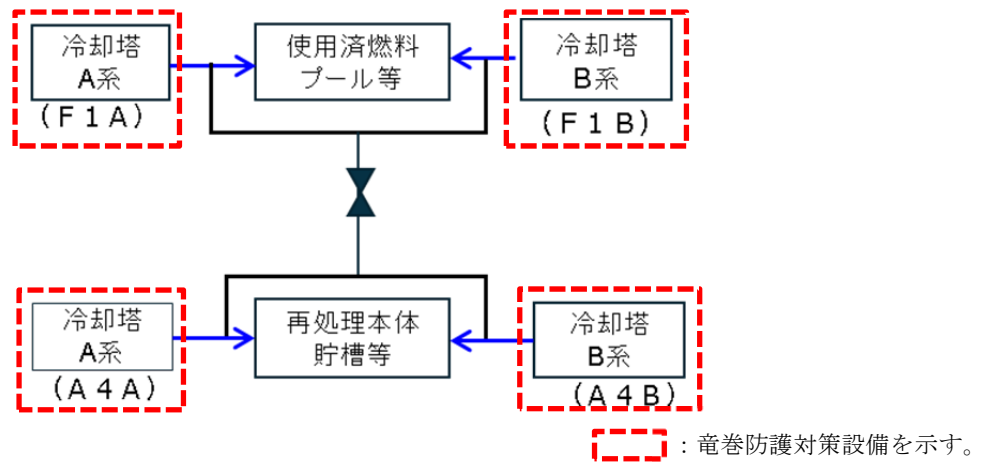
1 章 安全冷却水系冷却塔の設置位置の変更に伴う再  
処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する  
規則への影響

# 1. 変更概要

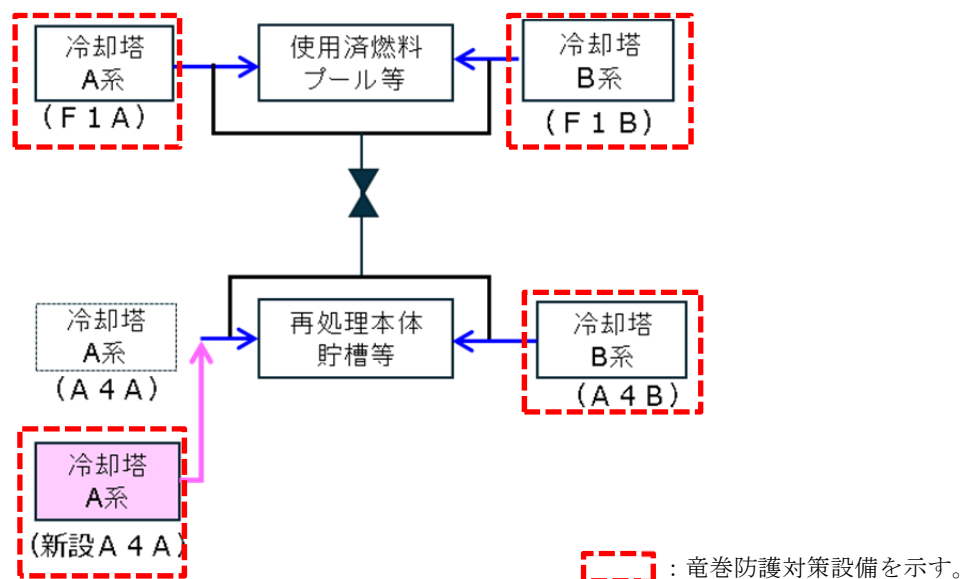
## 1. 1 経緯

再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔の竜巻防護設計については、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔の竜巻防護対策と合せ、当初以下3案について検討を行っていた。

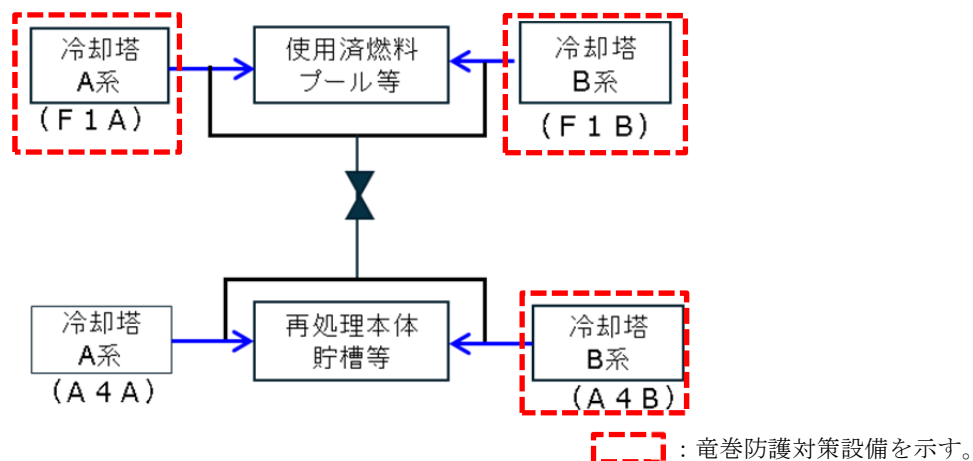
案1. 再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 A を竜巻から防護するため、前処理建屋屋上へ竜巻防護対策設備を設置する。



案2. 再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 A を移設し移設先に竜巻防護対策設備を設置する。



案3. 竜巻防護対策を施した使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔から再処理設備本体用の安全冷却水系へ冷却水を供給する。(3系列運用)



当初検討の結果、案1は、設置している前処理建屋の耐震性に与える影響が大きいことから採用を見送った。案2は、冷却塔の調達の見通しが得られなかったことから、採用を見送った。

案3は、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系と再処理本体用の安全冷却水系が洞道を通じて既に接続した状態にあること及び再処理施設全体の崩壊熱除去ができる等の技術的見通しがあったことから、本案を採用し、2019年9月11日に開催された審査会合で説明した。

その後、詳細検討を実施している中で、3系列運用について運用面の煩雑さおよび工事の輻輳による困難さにおいて課題を確認したこと、また、冷却塔新設に係る冷却塔の調達の見通しが得られたことを踏まえ、対応方針を再検討した結果、これまでシステムの運用や操作方法が変わらず、3系列運用で顕在化したバルブ操作等の煩雑さが解消され、安全性向上に資することから案2に示す冷却塔新設で対応する方針に変更することとした。



## 1. 2 3系列運用の詳細検討で確認された課題

3系列運用による再処理施設全体の崩壊熱除去のための詳細検討等により、運用面および工事面において以下の課題を確認した。

### (1) 運用面

- a. 再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 B が故障し、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔 A, B への切替え作業が発生した場合には、再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 B の停止・隔離、使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔 A, B 系統からの切替え隔離が発生する。
- b. この系統切替え作業は、バルブ操作等が煩雑である。また、使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設、再処理設備本体の保守時やトラブル時のポンプ・調整弁などの運用方法も複雑となる。
- c. 再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 B の単一故障時に使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用の安全冷却水系冷却塔への切替えが必要となるが、再処理設備本体、使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設の安全冷却水系両系統とともに、一般系 A, B 系統の負荷を隔離する必要がある。
- d. 3系列運用を実施するためには、再処理設備本体用の安全冷却水系で使用している不凍液を純水に置換する必要があり、廃液処理が必要となる。また、再処理設備本体は、純水に置き換えるために、冬季は起動調整している範囲を凍結防止のために毎年液抜きを行う必要がある。

## (2) 工事面

- a. 使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設の冷却水は純水、再処理設備本体の冷却水は不凍液を使用しているが、冷却性能維持（圧力損失、供給流量）のため、使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設と再処理設備本体の配管口径を見直し、再処理設備本体の冷却水の純水化が必要となる。また、不凍液は直接廃棄できず、膨大な量の産業廃棄物が発生する。
- b. 使用済燃料の受入れ及び貯蔵施設、再処理設備本体それぞれ確立した冷却機能状態に、配管改造（安全上重要な施設の配管 8 箇所切断、再接続）が必要となる。特に洞道内の工事は、配管口径の見直しや系統 2 重化によりスペース、耐震性確保、系統分離工事が複雑になる。

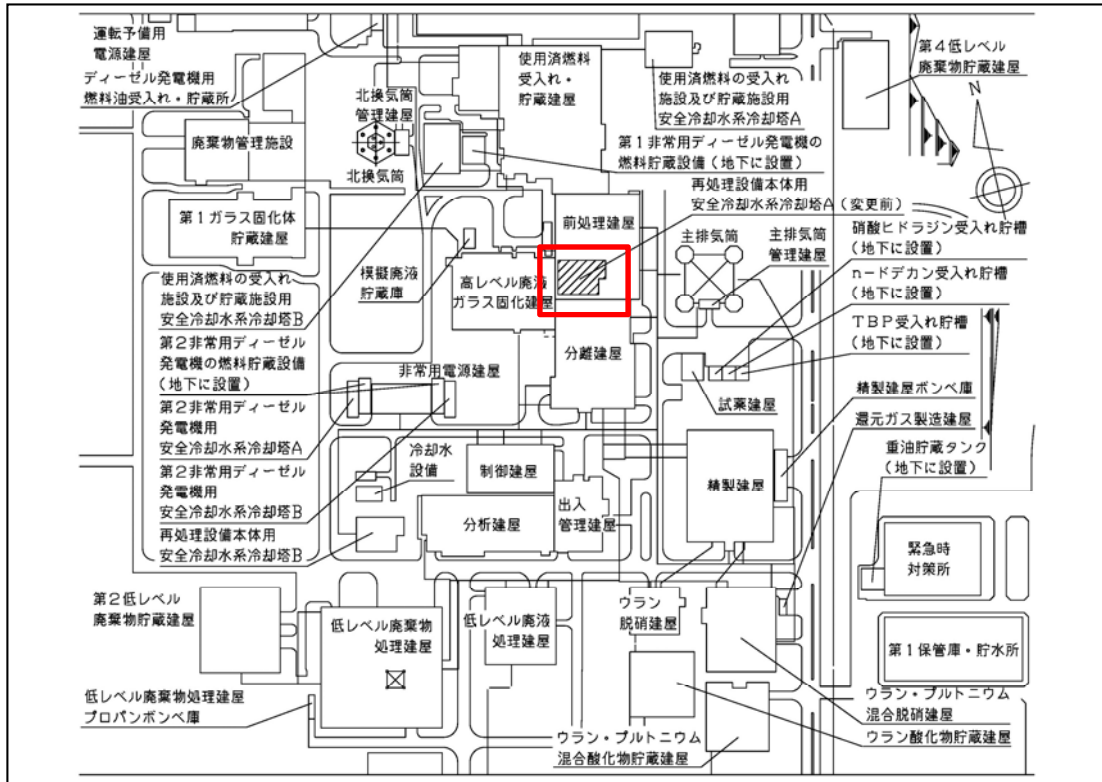
### 1. 3 設備変更内容

新たに設置する安全冷却水系冷却塔（以下「新設 A 4 A」という。）は、前処理建屋の各種系統に接続する必要があることから、接続する配管等の設置性と既設系統へ悪影響を最小限とするため、配管等の接続長を極力短くするため前処理建屋近傍を選定し、その上で既設埋設物への影響を考慮した敷地に設置することとした。安全冷却水冷却塔 A の変更前と変更後の配置を第 1 図及び第 2 図に示す。

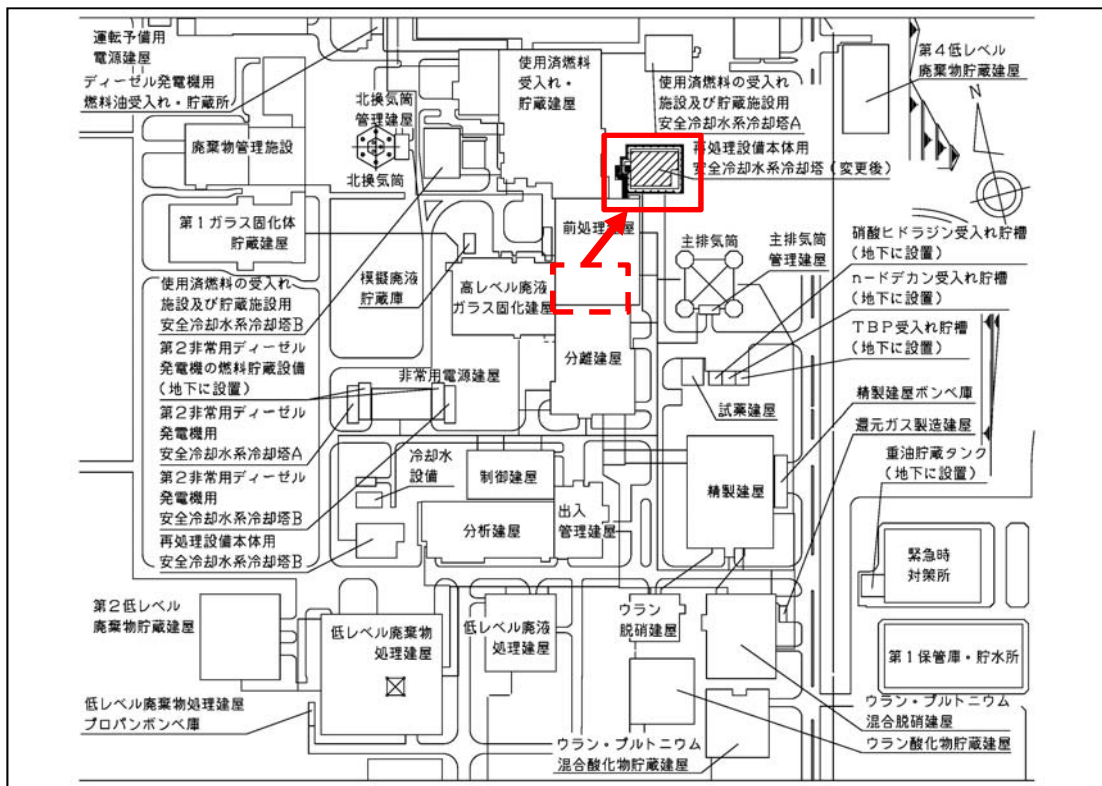
また、新設 A 4 A 及び既設取合部は竜巻防護対策のため飛来物防護ネット（一部、飛来物防護板）及び飛来物防護板を新規に設置する。新設 A 4 A 接続後、設置済みの安全冷却水系冷却塔 A は他施設の安全機能に影響を与えないものとする。

安全冷却水系冷却塔 A の設備変更概要を第 3 図に示す。

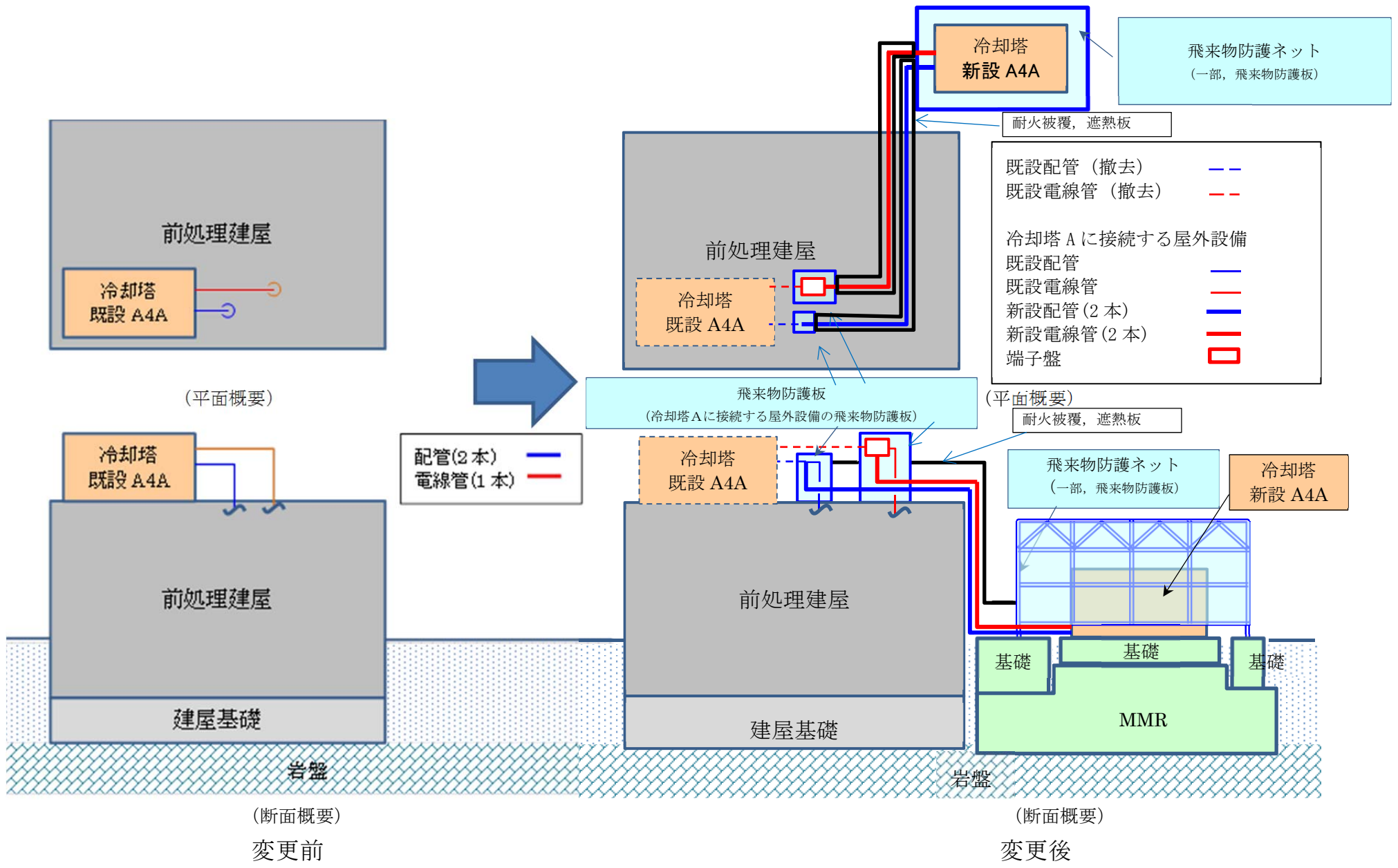
【補足説明資料 1】



第1図 安全冷却水系冷却塔構内配置図 (変更前)



第2図 安全冷却水系冷却塔構内配置図 (変更後)



第 3 図 安全冷却水系冷却塔 A の設備変更の概要

## 2. 設計方針

設計方針は以下に示すとおり既許可と同様の設計方針となる。

- (1) 冷却水設備は、各施設で発生する熱を除去できる設計とする。
- (2) 安全冷却水系は、冷却水によってその安全機能が維持される再処理施設の安全上重要な施設へ冷却水を供給できる設計とする。
- (3) 冷却水設備は、放射性物質を含む流体が環境に流出しない設計とする。
- (4) 安全冷却水系は、それらを構成する動的機器の単一故障を仮定しても、その安全機能が確保できる設計とする。
- (5) 安全冷却水系は、非常用所内電源系統に接続し、外部電源が喪失した場合でも、その安全機能を確保できる設計とする。
- (6) 安全冷却水系は、定期的な試験及び検査ができる設計とする。
- (7) 冷却水設備の屋外機器は、必要に応じて凍結を防止できる設計とする。

【補足説明資料 7】

## 2. 1 安全冷却水系冷却塔

### 2. 1. 1 冷却水設備

新設 A 4 A の主要設備の仕様は以下の通りであり、既設と同様である。

(1) 伝熱容量：約 12MW (10×10<sup>6</sup> k c a l / h) (外気温 29℃において)

【補足説明資料 4】

(2) 冷却水循環ポンプ：容量約 1,800m<sup>3</sup>/h, 2 台

### 2. 1. 2 機器・配管系統

#### (1) 設備構成

新設 A 4 A の配管は前処理建屋屋上の既設冷却水配管に接続する。

新たに設置する配管は竜巻で損傷することのないよう十分な厚さを持った材料を使用し、前処理建屋（外壁及び屋根）及び竜巻防護対策設備（基礎）にて支持する構造とする。

なお、変更による系統構成の変更はない。

【補足説明資料 7】

【補足説明資料 8】

#### (2) 配置の妥当性

既設の配管は、地下 4 階の安全冷却水 A 循環ポンプ室から前処理建屋屋上に設置の安全冷却水系冷却塔 A に接続している。そのため、新たに地上に設置する冷却塔までの配管を建屋内に敷設するためには、前処理建屋外壁を含む複数の耐震壁にドリルホールの施工が必要となり、前処理建屋の耐震性が低下する可能性がある。

また、600Aの大口徑配管を既設設備と干渉することなく敷設することが設置スペースの観点で困難であり、複数個所で既設設備の撤去・復旧が必要となるため工事が錯綜し工事上の安全性に難がある。

以上を踏まえ、前処理建屋の耐震壁の耐震性低下及び既設設備干渉のない屋上の既設冷却水配管に新たに設置する配管を接続し、前処理建屋（外壁及び屋根）に沿って敷設する計画とした。

## 2. 1. 3 電気・計測制御系統構成

### (1) 設備構成

新設A4Aの電気設備（電線管及びケーブル）は前処理建屋屋上の既設電気設備に接続する。新たに設置する電気設備は竜巻で損傷することのないよう十分な厚さを持った材料で被覆し、前処理建屋外壁、屋根及び飛来物防護ネット基礎にて支持する構造とする。

【補足説明資料8】

電気設備について、上記の通り電線管及びケーブルを延長するものの、変更による系統構成の変更はない。

【補足説明資料12】

計測制御設備について、地上に設置する安全冷却水系冷却塔Aには計器等の新設はないことから変更はない。

### (2) 配置の妥当性

配置計画については、基本的に機器・配管系統と同様の考えである。

また、配管及び電気設備の配置計画と同じルートとすることで合理的な配置設計とすることができる。

## 2. 2 竜巻防護対策設備

竜巻防護機能を有していない新設 A 4 A と既設取合部は竜巻防護対策が必要となる。

新設 A 4 A は冷却性能を損なわないよう飛来物防護ネットによる防護を基本とする。

### 【補足説明資料 9】

防護対象との離隔が確保できない一部区画については必要な冷却性能を確認した上で飛来物防護板による防護を行う。

また、前処理建屋屋上の取合部は既設配管及び既設電気設備を飛来物防護板により防護する。



## 2. 3 機電設備への影響

機電設備への影響を第1表に示す。

第1表 新設A4Aの設置位置変更による機電設備への影響

設備	影響
冷却塔A 除熱能力： 約11.6MW	新設A4Aの必要な除熱負荷及び冷却水流量は変わらないため、新設A4Aの仕様に変更はない 【補足説明資料10】
冷却水循環ポンプ A, B 系統流量： 約1600m <sup>3</sup> /h	前処理建屋屋上に設置する場合の必要揚程は約6.2mである。 新設A4Aを地上に設置した場合に追加となる配管の圧力損失は約4mであり、必要揚程は約6.6mとなるが冷却水循環ポンプA, Bの揚程の範囲内であるため、変更はない。 【補足説明資料2】 【補足説明資料5】 【補足説明資料6】
膨張槽A 容量：13m <sup>3</sup>	追加となる配管の容積は約50m <sup>3</sup> であり、既設設備の容積約310m <sup>3</sup> と合わせた系統の容積は約360m <sup>3</sup> である。 安全冷却水系B系統の容積は541m <sup>3</sup> である。膨張槽A, Bの容量はB系統の容量で設定されており、冷却水の温度変化による膨張量の増加分を吸収可能であるため変更はない。 【補足説明資料11】
配管	前処理建屋の屋上から設置位置を変更する冷却塔までの配管(600A)：約180m×2本を追設する。
中央制御室からの 監視制御	安全冷却水系の監視制御対象が変わらないため、現状の安全系制御盤からの監視制御に変更はない。
電源設備	安全冷却水系の電気負荷の追加がないため、現状の電源設備に変更はない。
ケーブル	前処理建屋の屋上から設置位置を変更する冷却塔までのケーブル及び電線管：約180mを追設する。

### 3. 再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則への適合性

#### 3. 1 規則適合性への影響確認結果について

本変更による再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則への適合性への影響について確認した。

本変更により影響を受ける条文は，「第五条 火災等による損傷の防止」，「第六条 安全機能を有する施設の地盤」，「第七条 地震による損傷の防止」，「第九条 外部からの衝撃による損傷の防止」，「第十一条 溢水による損傷の防止」，「第十二条 化学薬品の漏えいによる損傷の防止」，「第十五条 安全機能を有する施設」，「第二十五条 保安電源設備」であり，設計方針等への影響を確認した結果，規則要求に適合すると判断した。

また，上記以外の条文は，本変更による影響を受ける規則要求はないと判断した。

本変更による各条文への影響の確認結果の詳細を第3-1表に示す。

第3-1表 本変更に伴う再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則への影響について

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>(核燃料物質の臨界防止)</p> <p>第二条 安全機能を有する施設は、核燃料物質が臨界に達するおそれがないようにするため、核的に安全な形状寸法にすることその他の適切な措置を講じたものでなければならない。</p> <p>2 再処理施設には、臨界警報設備その他の臨界事故を防止するために必要な設備を設けなければならない。</p>	<p>本変更は安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を変更するものであり、核燃料物質を取り扱う系統の変更ではないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>(遮蔽等)</p> <p>第三条 安全機能を有する施設は、運転時及び停止時において再処理施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の線量が十分に低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものでなければならない。</p> <p>2 安全機能を有する施設は、工場等内における放射線障害を防止する必要がある場合には、次に掲げるものでなければならない。</p> <p>一 管理区域その他工場等内の人が立ち入る場所における線量を低減できるよう、遮蔽その他適切な措置を講じたものとする。</p> <p>二 放射線業務従事者が運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、迅速な対応をするために必要な操作ができるものとする。</p>	<p>本変更は安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を変更するものであり、放射性物質を取り扱う系統の変更ではないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>(閉じ込めの機能)            第四条 安全機能を有する施設は、放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込めることができるものでなければならない。</p>	<p>本変更は安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を変更するものであり、閉じ込め機能に係る変更ではないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>(火災等による損傷の防止)            第五条 安全機能を有する施設は、火災又は爆発により再処理施設の安全性が損なわれないよう、火災及び爆発の発生を防止することができ、かつ、消火を行う設備（以下「消火設備」といい、安全機能を有する施設に属するものに限る。）及び早期に火災発生を感知する設備（以下「火災感知設備」という。）並びに火災及び爆発の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。            2 消火設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。）は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても安全上重要な施設の安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、事業指定基準規則（火災防護審査基準含む）に適合させるため、以下のとおり火災等による損傷の防止の防護設計を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 火災区域の設定             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 冷却塔の移設に伴い、移設先に対し屋外の火災区域を設定する。</li> </ul> </li> <li>2. 火災防護対策             <ol style="list-style-type: none"> <li>2-1. 発生防止対策                 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 従来から構造材が変更されないことから、主要な構造材は不燃性材料を使用する設計とする。</li> <li>・ 上記同様、使用するケーブルは難燃性能を有するケーブルとして、延焼性及び自己消火性を満足することを実証試験により確認されたケーブルを使用する設計とする。</li> <li>・ 落雷に対しては、主排気筒の防護範囲内となるため、火災の発生防止対策は不要である。</li> <li>・ 十分な支持性能を持つ地盤に設置し、地震により自</li> </ul> </li> </ol> </li> </ol>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
	<p>らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する設計とする。</p> <p>2-2. 火災の感知・消火</p> <p>(1) 感知</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外に設置されることから、火災による熱及び煙が周囲に拡散するためアナログ式感知器（熱及び煙）の設置が適さないことから、非アナログ式の炎感知器及び非アナログ式の熱感知カメラを設置する設計とする。</li> </ul> <p>(2) 消火</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外に設置されることから、煙の充満等による消火困難箇所には該当しないため、屋外消火栓及び移動式消火設備により消火を行う設計とする。</li> </ul> <p>2-3. 火災の影響軽減</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・火災区域は設定されるが、他の火災区域と隣接しない屋外施設であることから、3時間耐火能力を有する耐火壁の設置は行わない。</li> <li>・安全冷却水系は再処理施設における最重要設備に該当することから、系統分離対策の対象となる。異なる系統と、分離配置することで当該要求を満足する設計とする。</li> </ul>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
	<p>3. 火災影響評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>安全上重要な施設に該当することから、火災影響評価対象設備として選定し、上記火災防護対策の妥当性について火災影響評価により確認することとする。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(3. 2. 1項参照)</p>
<p>(安全機能を有する施設の地盤)</p> <p>第六条 安全機能を有する施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（安全機能を有する施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）にあつては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。）が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。</p> <p>2 耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。</p> <p>3 耐震重要施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。</p>	<p>本変更に伴い設置する安全冷却水系冷却塔A、配管は、安全上重要な施設であり、規則 第二項の規定により算定する地震力が作用した場合においても当該施設を十分に支持することができる地盤に設ける。</p> <p>本変更に伴い設置する安全冷却水系冷却塔A、配管は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設ける。</p> <p>本変更に伴い設置する安全冷却水系冷却塔A、配管は、将来活動する可能性のある断層が認められない地盤に設ける。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>(地震による損傷の防止)</p> <p>第七条 安全機能を有する施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。</p> <p>2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。</p> <p>3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p> <p>4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、地震時において安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p>安全冷却水系冷却塔A及び配管は耐震クラスSとし基準地震動による地震動に対してその安全機能が損なわれるおそれが無いように設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【補足説明資料3】 【補足説明資料13】 (3. 2. <u>12</u>項参照)</p>
<p>(津波による損傷の防止)</p> <p>第八条 安全機能を有する施設は、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、標高約5.5mの敷地に設置することから、津波が到達する可能性はなく、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>(外部からの衝撃による損傷の防止)</p> <p>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。</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。</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>(火山)</p> <p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であることから、降下火砕物防護対象設備とし火山事象として設定した降下火砕物の影響（荷重、閉塞、粒子の追突、磨耗、腐食）に対して、安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p>荷重に対しては、降下火砕物の荷重に対し、安全冷却水系冷却塔Aが構造を維持できる設計とする。</p> <p>閉塞に対しては、安全冷却水系冷却塔Aの冷却ファンにより降下火砕物の堆積を防止することにより冷却空気流路の閉塞が生じない設計とする。</p> <p>磨耗に対しては、安全冷却水系冷却塔Aの冷却ファンの冷却空気を上方に流すことにより降下火砕物が侵入し難い設計とする。</p> <p>腐食に対しては、安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管へ塗装を施すことにより、降下火砕物に付着している腐食性ガスの影響を受けない設計とする。</p> <p style="text-align: right;">(3. 2. 2項参照)</p> <p>(外部火災)</p> <p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であることから、外部火災防護対象設備とし次の事象に対し、安全機能</p>



再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
	<p>が損なわれない設計とする。</p> <p>森林火災，近隣工場の火災及び爆発に対し離隔距離等の確保により安全機能が損なわれない設計をする。</p> <p>また，航空機墜落による火災に対しては，耐火被覆又は遮熱板等の対策を施すことにより安全機能を損なわない設計をする。</p> <p style="text-align: right;">（3. 2. 3項参照）</p> <p>（航空機落下）</p> <p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管を考慮し，航空機落下確率を評価する。</p> <p style="text-align: right;">（3. 2. 4項参照）</p> <p>（落雷）</p> <p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aは，直撃雷，間接雷に対する防護対象施設であることから，避雷設備を設ける設計とする。</p> <p>なお，避雷設備は安全冷却水系冷却塔を覆う竜巻防護対策設備に避雷設備を設置する設計とする。</p> <p style="text-align: right;">（3. 2. 5項参照）</p>

再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
	<p>(竜巻) 外部からの衝撃（竜巻）に対する防護方針は以下の通り。</p> <p>(1) 安全冷却水系冷却塔 A の防護 新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は，地上に設置する。また，外周に飛来物防護ネット（一部，飛来物防護板）を設置することで外部からの衝撃（竜巻）による損傷から防護する設計とする。</p> <p>(2) 配管の防護 新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A の配管は，設置済みの安全冷却水系冷却塔 A の配管に接続する。屋外の配管のうち新設するものは，設計飛来物で損傷することのないよう十分な厚さを有する配管とし，前処理建屋等に堅固に支持させる。 設置済みの安全冷却水系冷却塔 A の配管接続部については，飛来物防護板により防護する設計とする。 (3. 2. 6 項参照)</p> <p>(その他外部衝撃) 本変更に伴い設置する安全冷却水系冷却塔 A 及び配管は，安全上重要な施設であり，自然現象及び人的事象に対し安全機能が損なわれない設計ととする。 (3. 2. 7 項参照)</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>(再処理施設への人の不法な侵入等の防止)</p> <p>第十条 工場等には、再処理施設への人の不法な侵入、再処理施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件其他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。）を防止するための設備を設けなければならない。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、人の不法な侵入を防止する核燃料物質等を取り扱う建屋及び安全上重要な施設を含む区域に関連しないことから、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>(溢水による損傷の防止)</p> <p>第十一条 安全機能を有する施設は、再処理施設内における溢水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>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、溢水防護対象設備とし、溢水による損傷の防止の防護設計を行う。</p> <p>安全冷却水循環ポンプの設置部屋を溢水防護区画とし、堰や防水扉、貫通部処理により、安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p>また、配管の想定破断に対しては、B系列と位置的分散を図り、同時に安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p style="text-align: right;">(3. 2. 8項参照)</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>(化学薬品の漏えいによる損傷の防止)</p> <p>第十二条 安全機能を有する施設は、再処理施設内における化学薬品の漏えい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>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、化学薬品の漏えいによる損傷の防止の防護設計を行う。</p> <p>安全冷却水循環ポンプの設置部屋を薬品防護区画とし、堰や防水扉、貫通部処理により、安全機能が損なわれない設計とする。</p> <p style="text-align: right;">(3.2.9項参照)</p>
<p>(誤操作の防止)</p> <p>第十三条 安全機能を有する施設は、誤操作を防止するための措置を講じたものでなければならない。</p> <p>2 安全上重要な施設は、容易に操作することができるものでなければならない。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、中央制御室の安全系監視制御盤の変更は発生しないことから、誤操作防止に係る基本方針は変わらないため、影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>(安全避難通路等)</p> <p>第十四条 再処理施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <p>一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路</p> <p>二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明</p> <p>三 設計基準事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除く。）及びその専用の電源</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、安全避難通路、避難用の照明及び設計基準事故が発生した場合に用いる照明及びその専用の電源に変更はないことから、影響を受ける規則要求はない。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>(安全機能を有する施設)</p> <p>第十五条 安全機能を有する施設は、その安全機能の重要度に応じて、その機能が確保されたものでなければならない。</p> <p>2 安全上重要な施設は、機械又は器具の単一故障（単一の原因によって一つの機械又は器具が所定の安全機能を失うこと（従属要因による多重故障を含む。）をいう。以下同じ。）が発生した場合においてもその機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>3 安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その安全機能を発揮することができるものでなければならない。</p> <p>4 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるものでなければならない。</p> <p>5 安全機能を有する施設は、その安全機能を健全に維持するための適切な保守及び修理ができるものでなければならない。</p> <p>6 安全機能を有する施設は、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、その安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>(安全機能を有する施設)</p> <p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、安全機能を確保する設計とする。</p> <p><u>安全冷却水系冷却塔Aと安全冷却水循環ポンプは、安全機能を確保するため以下の通り設計する。</u></p> <p><u>・単一故障が発生した場合でもその機能を失わない設計とする。</u></p> <p style="text-align: right;">(3. 2. 1 1項参照)</p> <p><u>・設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その安全機能を発揮することができる設計とする。</u></p> <p><u>・健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができる設計とする。</u></p> <p><u>・安全機能を健全に維持するための適切な保守及び修理ができる設計とする。</u></p> <p>(内部発生飛散物)</p> <p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、内部</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>7 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性を損なわないものでなければならない。</p>	<p>発生飛散物の発生を防止することにより安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(3. 2. 10項参照)</p> <p>(共用)</p> <p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、他の原子力施設と共用しないため、影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>(運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止)</p> <p>第十六条 安全機能を有する施設は、次に掲げる要件を満たすものでなければならない。</p> <p>一 運転時の異常な過渡変化時において、パラメータを安全設計上許容される範囲内に維持できるものであること。</p> <p>二 設計基準事故時において、工場等周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものであること。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、安全上重要な施設の安全冷却水系の運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の選定結果は変わらない設計とする。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>(使用済燃料の貯蔵施設等)</p> <p>第十七条 再処理施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料の受入施設（安全機能を有する施設に属するものに限る。）及び貯蔵施設（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。</p> <p>一 使用済燃料を受け入れ、又は貯蔵するために必要な容量を有するものとする。</p> <p>二 冷却のための適切な措置が講じられているものであること。</p> <p>2 再処理施設には、次に掲げるところにより、製品貯蔵施設（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。</p> <p>一 製品を貯蔵するために必要な容量を有するものとする。</p> <p>二 冷却のための適切な措置が講じられているものであること。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、使用済燃料の受入施設及び貯蔵施設、製品貯蔵施設の冷却は変更しないため、本変更により影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>(計測制御系統施設)</p> <p>第十八条 再処理施設には、次に掲げるところにより、計測制御系統施設を設けなければならない。</p> <p>一 安全機能を有する施設の健全性を確保するために監視することが必要なパラメータは、運転時、停止時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内に制御できるものとする。</p> <p>二 前号のパラメータは、運転時、停止時及び運転時の異</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、安全上重要な施設の安全冷却水系の計測制御設備は変更しないため、本変更により影響を受ける規則要求はない。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>常な過渡変化時においても想定される範囲内で監視できるものとする。</p> <p>三 設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講じるために必要なパラメータは、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視できるものとする。</p> <p>四 前号のパラメータは、設計基準事故時においても確実に記録され、及び当該記録が保存されるものとする。</p>	
<p>(安全保護回路)</p> <p>第十九条 再処理施設には、次に掲げるところにより、安全保護回路（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p> <p>一 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故が発生した場合において、これらの異常な状態を検知し、これらの核的、熱的及び化学的制限値を超えないようにするための設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。</p> <p>二 火災、爆発その他の再処理施設の安全性を著しく損なうおそれが生じたときに、これらを抑制し、又は防止するための設備（前号に規定するものを除く。）の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものとする。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、核的、熱的及び化学的制限値等の変更に該当しないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>



再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>三 計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合であって、単一故障が生じた場合においても当該安全保護回路の安全保護機能が失われないものとする こと。</p>	
<p>(制御室等)            第二十条 再処理施設には、次に掲げるところにより、制御室（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。            一 再処理施設の健全性を確保するために必要なパラメータを監視できるものとする            こと。            二 主要な警報装置及び計測制御系統設備を有するもの            とすること。            三 再処理施設の外の状況を把握する設備を有するもの            とすること。            2 分離施設、精製施設その他必要な施設には、再処理施設の健全性を確保するために必要なパラメータを監視するための設備及び再処理施設の安全性を確保するために必要な操作を手動により行うことができる設備を設けなければならない。            3 制御室及びこれに連絡する通路並びに運転員その他の従事者が制御室に出入りするための区域には、設計基準事故が発生した場合に再処理施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をと</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、安全上重要な施設の安全冷却水系の計測制御設備は変更しないため、中央制御室において必要なパラメータを監視することが出来るため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>るための操作を行うことができるよう、遮蔽その他の適切な放射線防護措置、気体状の放射性物質及び制御室外の火災又は爆発により発生する有毒ガスに対する換気設備の隔離その他の当該従事者を適切に防護するための設備を設けなければならない。</p>	
<p>(廃棄施設) 第二十一条 再処理施設には、運転時において、周辺監視区域の外の空気中の放射性物質の濃度及び液体状の放射性物質の海洋放出に起因する線量を十分に低減できるよう、再処理施設において発生する放射性廃棄物を処理する能力を有する放射性廃棄物の廃棄施設（安全機能を有する施設に属するものに限り、放射性廃棄物を保管廃棄する施設を除く。）を設けなければならない。</p>	<p>本変更は安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を変更するものであり、放射性廃棄物の廃棄施設の変更はないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>(保管廃棄施設) 第二十二条 再処理施設には、次に掲げるところにより、放射性廃棄物の保管廃棄施設（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。 一 放射性廃棄物を保管廃棄するために必要な容量を有するものとする事。 二 冷却のための適切な措置が講じられているものであること。</p>	<p>本変更は安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を変更するものであり、放射性廃棄物の保管廃棄施設の変更はないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>(放射線管理施設) 第二十三条 工場等には、放射線から放射線業務従事者を</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>防護するため、放射線管理施設を設けなければならない。</p> <p>2 放射線管理施設には、放射線管理に必要な情報を制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。</p>	<p>安全冷却水循環ポンプにより、放射線管理施設の変更はないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>（監視設備）</p> <p>第二十四条 再処理施設には、運転時、停止時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、当該再処理施設及びその境界付近における放射性物質の濃度及び線量を監視し、及び測定し、並びに設計基準事故時における迅速な対応のために必要な情報を制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、運転時、停止時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における再処理施設及びその境界付近における放射性物質の濃度等の監視設備に変更はないため、本変更の影響を受ける規則要求はない。</p>
<p>（保安電源設備）</p> <p>第二十五条 再処理施設は、安全上重要な施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該安全上重要な施設に供給するため、電力系統に連系したものでなければならない。</p> <p>2 再処理施設には、非常用電源設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。以下この条において同じ。）を設けなければならない。</p> <p>3 保安電源設備（安全機能を有する施設へ電力を供給す</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aと安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプは、安全上重要な施設であり、非常用電源設備から電力の供給を行う設計とする。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
<p>るための設備をいう。)は、電線路及び非常用電源設備から安全機能を有する施設への電力の供給が停止することがないように、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するものでなければならない。</p> <p>4 再処理施設に接続する電線路のうち少なくとも二回線は、当該再処理施設において受電可能なものであり、かつ、それにより当該再処理施設を電力系統に連系するものでなければならない。</p> <p>5 非常用電源設備及びその附属設備は、多重性を確保し、及び独立性を確保し、その系統を構成する機械又は器具の単一故障が発生した場合であっても、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安全上重要な施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量を有するものでなければならない。</p>	
<p>(緊急時対策所)</p> <p>第二十六条 工場等には、設計基準事故が発生した場合に適切な措置をとるため、緊急時対策所を制御室以外の場所に設けなければならない。</p> <p>2 緊急時対策所及びその近傍並びに有毒ガスの発生源の近傍には、有毒ガスが発生した場合に適切な措置をとるため、工場等内における有毒ガスの発生を検出するための装置及び当該装置が有毒ガスの発生を検出した場合に緊急時</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管、安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより、緊急時対策所に変更はないため、本変更により影響を受ける規則要求はない。</p>

再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則	規則適合性
対策所において自動的に警報するための装置その他の適切に防護するための設備を設けなければならない。	
<p>(通信連絡設備)</p> <p>第二十七条 工場等には、設計基準事故が発生した場合において工場等内の人に対し必要な指示ができるよう、警報装置（安全機能を有する施設に属するものに限る。）及び多様性を確保した通信連絡設備（安全機能を有する施設に属するものに限る。）を設けなければならない。</p> <p>2 工場等には、設計基準事故が発生した場合において再処理施設外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、多様性を確保した専用通信回線を設けなければならない。</p>	<p>本変更により設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔Aとそこへ設置する配管，安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水循環ポンプにより，通信連絡設備に変更はないため，本変更により影響を受ける規則要求はない。</p>

### 3. 2 各規則条文への適合性について

本変更による再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則への適合性への影響について確認した。

3.2.1 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置  
変更に係る第 5 条（火災等による損傷の防止）への適  
合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 5 条（火災等による損傷の防止）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 設計方針

火災等による損傷の防止に係る設計方針は以下の通り。

冷却塔 A は安全上重要な施設であるため、再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 B と同様に、設置する区域を火災区域として設定し、火災又は爆発によって、その安全機能が損なわれないように火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。

また、再処理施設の特徴を踏まえ、安全上重要な施設のうち、その重要度と特徴を考慮し最も重要な設備に対し、火災防護審査基準における「安全停止機能」と同様に系統分離対策を講じることとしており、冷却塔 A は、その対象となる「崩壊熱除去機能のうち安全冷却水系のうち重要度の高いもの」に該当するため、系統分離対策を講じ、その火災防護対策の妥当性については評価を行い、安重機能を有する機器等が、火災等による損傷を防止できることを確認する。

## (2) - 2 火災防護に係る審査基準の要求事項について

火災防護審査基準では、基本事項、個別の火災区域又は火災区画における留意事項、火災防護計画についての要求がなされており、火災の発生防止、火災の感知及び消火設備の設置並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じることが要求されている。

火災防護審査基準の要求事項に対する確認結果を添付資料 1 に示す。

## (3) まとめ

上記のとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、火災等による損傷の防止に係る適合の基本方針に変更はなく、冷却塔 A の設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい、火災等により安全機能を損なわない設計とする。



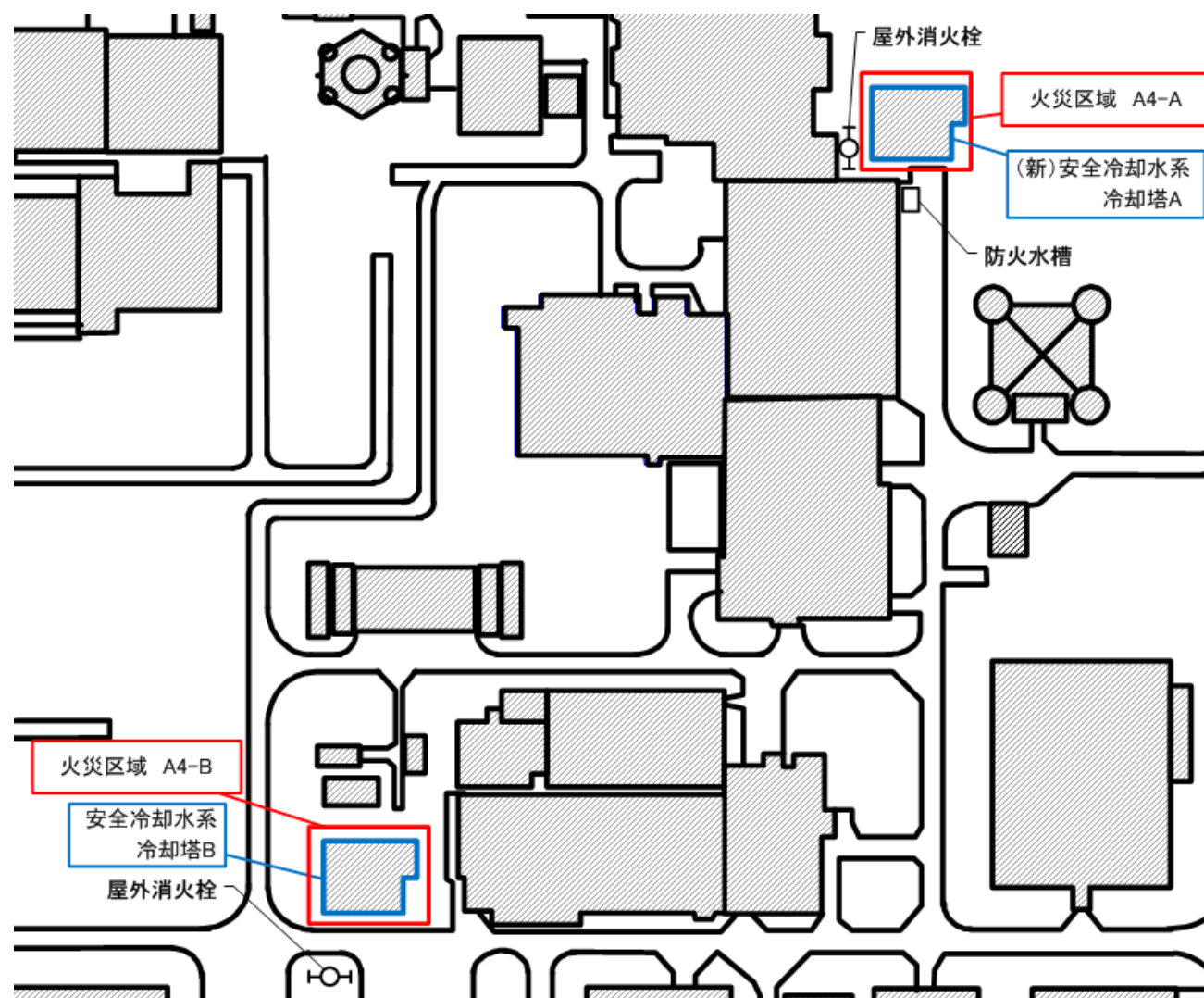
項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び前処理建屋に設置する安全冷却水系に係る影響	備考
2	<p>基本事項</p> <p>(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。</p> <p>① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画</p> <p>② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域</p>	<p><b>設置位置を変更する冷却塔Aは安全上重要な施設であるため、設置する区域を火災区域として設定し、火災又は爆発によって、その安全機能が損なわれないように火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。</b></p> <p>前処理建屋については、安全上重要な施設を設置するため、冷却塔Aの設置位置変更に関わらず火災区域又は火災区画を設定し、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計としている。</p> <p><b>建屋内の安全冷却水に係る設備に変更はないため、前処理建屋内の火災区域及び火災区画に変更は無い。</b></p>	<p>別紙1参照 別紙2参照</p>
2. 1	<p>火災の発生防止</p>	<p>—</p>	
2. 1. 1	<p>原子炉施設は火災の発生を防止するために以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。</p>	<p>—</p>	
<p>(1)</p> <p>①</p> <p>②</p> <p>③</p> <p>④</p> <p>⑤</p>	<p>発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域は、以下の事項を考慮した、火災の発生防止対策を講じること。</p> <p>① 漏えいの防止、拡大防止 発火性物質又は引火性物質の漏えいの防止対策、拡大防止対策を講じること。ただし、雰囲気の不活性化等により、火災が発生するおそれがない場合は、この限りでない。</p> <p>② 配置上の考慮 発火性物質又は引火性物質の火災によって、原子炉施設の安全機能を損なうことがないように配置すること。</p> <p>③ 換気 換気ができる設計であること</p> <p>④ 防爆 防爆型の電気・計装品を使用するとともに、必要な電気設備に接地を施すこと。</p> <p>⑤ 貯蔵 安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域における発火性物質又は引火性物質の貯蔵は、運転に必要な量にとどめること</p>	<p>発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域又は火災区画には、以下の火災及び爆発の発生防止対策を講ずる設計とする。発火性又は引火性物質としては、消防法で定められる危険物又は少量危険物として取り扱うもののうち「潤滑油」、「燃料油」に加え、再処理施設で取扱う物質として、「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(以下「規則解釈」という。)」の第5条1項一号のTBP、n-ドデカン等(以下「有機溶媒等」という。))」、「硝酸ヒドラジン、高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められる水素、窒素、二酸化炭素、アルゴン、NOx、プロパン及び酸素のうち、可燃性ガスである「規則解釈5条1項一号の水素(以下「水素」という。))」及び「プロパン」並びに上記に含まれない「分析用試薬」を対象とする。このうち、再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A又は前処理建屋において、取扱いがあるのは、潤滑油、プロパンであるが、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。</p> <p>上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。</p> <p>今回の建屋外への移設となり、その周囲には発火性物質又は引火性物質は存在しない。</p> <p>上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。</p> <p>上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。</p> <p>上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。</p>	
(2)	<p>可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれがある火災区域には、滞留する蒸気又は微粉を屋外の高所に排出する設備を設けるとともに、電気・計装品は防爆型とすること。また、着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を設置する場合には、静電気を除去する装置を設けること。</p>	<p>上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。</p>	
(3)	<p>火花を発生する設備や高温の設備等発火源となる設備を設置しないこと。ただし、災害の発生を防止する附帯設備を設けた場合は、この限りでない。</p>	<p>上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無く、火花の発生や高温の発火源となる設備にはならない。</p>	
(4)	<p>火災区域内で水素が漏えいしても、水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように、水素を排気できる換気設備を設置すること。また、水素が漏えいするおそれのある場所には、その漏えいを検出して中央制御室にその警報を発すること。</p>	<p>上記同様、今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い(既設の蓄電池より給電)。</p>	
(5)	<p>放射線分解等により発生し、蓄積した水素の急速な燃焼によって、原子炉の安全性を損なうおそれがある場合には、水素の蓄積を防止する措置を講じること。</p>	<p>本施設は非放射性物質を取扱う設備であり、水素の発生はない。</p>	
(6)	<p>電気系統は、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱防止のため、保護継電器と遮断器の組合せ等により故障回路の早期遮断を行い、過熱、焼損の防止する設計であること。</p>	<p>今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。</p>	

項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び前処理建屋に設置する安全冷却水系に係る影響	備考
2. 1. 2	安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下の各号に掲げるとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし、当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの(以下「代替材料」という。)である場合、もしくは、当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合は、この限りではない。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い(冷却塔の主要材料は不燃性材料とする。)	
(1)	機器、配管、ダクト、トレイ、電線管、盤の筐体、及びこれらの支持構造物のうち、主要な構造材は不燃性材料を使用すること。	同上	
(2)	建屋内の変圧器及び遮断器は、絶縁油等の可燃性物質を内包していないものを使用すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い(既設の絶縁油等を使用しない変圧器・遮断器等を使用)。	
(3)	ケーブルは難燃ケーブルを使用すること(実証試験の例) ・自己消火性の実証試験・UL垂直燃焼試験・延焼性の実証試験・IEEE383またはIEEE1202	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い(ケーブルの詳細な選定は詳細設計で決定されるが、既設と同型式ケーブルを使用するため、IEEE383またはIEEE1202を満足したものとす。)	
(4)	換気設備のフィルタは、不燃性材料又は難燃性材料を使用すること。ただし、チャコールフィルタについては、この限りでない。	本設備にフィルタは使用されない。	
(5)	保温材は金属、ロックウール又はグラスウール等、不燃性のものを使用すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。 なお、外部火災を考慮した断熱被覆材は、十分な耐火性能を有するものとする。	
(6)	建屋内装材は、不燃性材料を使用すること。	今回の建屋外への移設であり、建屋内装材の設計に変更は無い。(建屋内は既存設備から変更なし。)	
2. 1. 3	落雷、地震等の自然現象によって、原子炉施設内の構築物、系統及び機器に火災が発生しないように以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。	再処理施設において、設計上の考慮を必要とする自然現象は、地震、津波、落雷、風(台風)、竜巻、凍結、高温、降水、積雪、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び塩害である。 風(台風)、竜巻及び森林火災は、それぞれの事象に対して再処理施設の安全機能を損なうことのないように、自然現象から防護する設計とすることで、火災の発生を防止する。 生物学的事象のうちネズミ等の小動物の影響については、侵入防止対策によって影響を受けない設計とする。 津波、凍結、高温、降水、積雪、他の生物学的事象及び塩害は、発火源となり得る自然現象ではなく、火山の影響についても、火山から再処理施設に到達するまでに降下火砕物が冷却されることを考慮すると、発火源となり得る自然現象ではない。 したがって、再処理施設で火災を発生させるおそれのある自然現象として、落雷及び地震について、これらの自然現象によって火災が発生しないように、以下のとおり火災防護対策を講ずる設計とする。 以上について、再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔Aの移設及び前処理建屋に設置する安全冷却水系による変更はない。(考慮すべき自然現象に変更はない。)	
(1)	落雷による火災の発生防止対策として、建屋等に避雷設備を設置すること。	落雷による火災の発生を防止するため、「原子力発電所の耐雷指針」(JEAG4608)、建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計とする。重要な構築物は、建築基準法及び消防法の適用を受けないものであっても避雷設備を設ける設計とする。各々の防護対象施設に設置する避雷設備は、構内接地系と接続することにより、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図る設計とする。 以上について、 <b>移設する再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔Aに避雷設備を設置し、構内接地系と接続する。</b>	第9条参照
(2)	安全機能を有する構築物、系統及び機器は、十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止すること。なお、耐震設計については実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈(原規技発第1306193号(平成25年6月19日原子力規制委員会決定))に従うこと。	安全上重要な機能を有する機器等及び放射性物質貯蔵等の機器等は、耐震設計上の重要度に応じた地震力が作用した場合においても支持することができる地盤に設置し、自らの破壊又は倒壊による火災の発生を防止する。	第7条参照
2. 2	火災の感知・消火		
2.2.1	火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。	火災感知設備及び消火設備は、安重機能を有する機器等および放射性物質貯蔵等の機能を有する機器等に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計とする。	
(1)	火災感知設備 ①各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、 <b>早期に火災を感知できるよう固有の値を発する異なる感知方式の感知器等</b> (感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。)をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。 ②感知器については消防法施行規則(昭和36年自治省令第6号)第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令(昭和56年自治省令第17号)第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。	① 火災感知器の環境条件等の考慮及び多様化 安重機能を有する機器等および放射性物質貯蔵等の機器等が設置される火災区域又は火災区域の火災感知器の型式は、放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件及び予想される火災の性質を考慮して選定する。 ・屋外の火災区域(安全冷却水系冷却塔) 屋外に設置される安全冷却水系冷却塔は屋外に開放された状態で設置されており、火災による熱及び煙が周囲に拡散することからアナログ式感知器(煙及び熱)の設置が適さないことから、非アナログ式の炎感知器及び非アナログ式の熱感知カメラ(サーモカメラ)を設置する設計とする。 <b>移設する冷却塔は屋外施設に該当することから、上記を考慮し、炎感知器及び熱感知カメラ(サーモカメラ)により、多様化するものとする。</b> なお、建屋内の感知器の配置計画に変更は無い。 移設する冷却塔は屋外施設に該当することから、非アナログ式の炎感知器及び非アナログ式の熱感知カメラを設置する。当該機器は、炎が発する赤外線や紫外線を感知するため、煙や熱と比べて感知器に到達する時間遅れがなく、火災の早期感知に優位性がある。 また、 <b>非アナログ式の炎感知器(赤外線方式)及び非アナログ式の熱感知カメラを設置する場合には、それぞれの監視範囲に火災の検知に影響を及ぼす死角がないように設置する設計とする。</b> よって、非アナログ式の感知器を採用してもアナログ式の感知器と同等以上の性能を確保することが可能である。 また、 <b>その性能は「火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令(昭和56年自治省令第17号)第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上であることを確認したものを使用する。</b> なお、建屋内の感知器の配置計画に変更は無い。	別紙3参照 別紙4参照

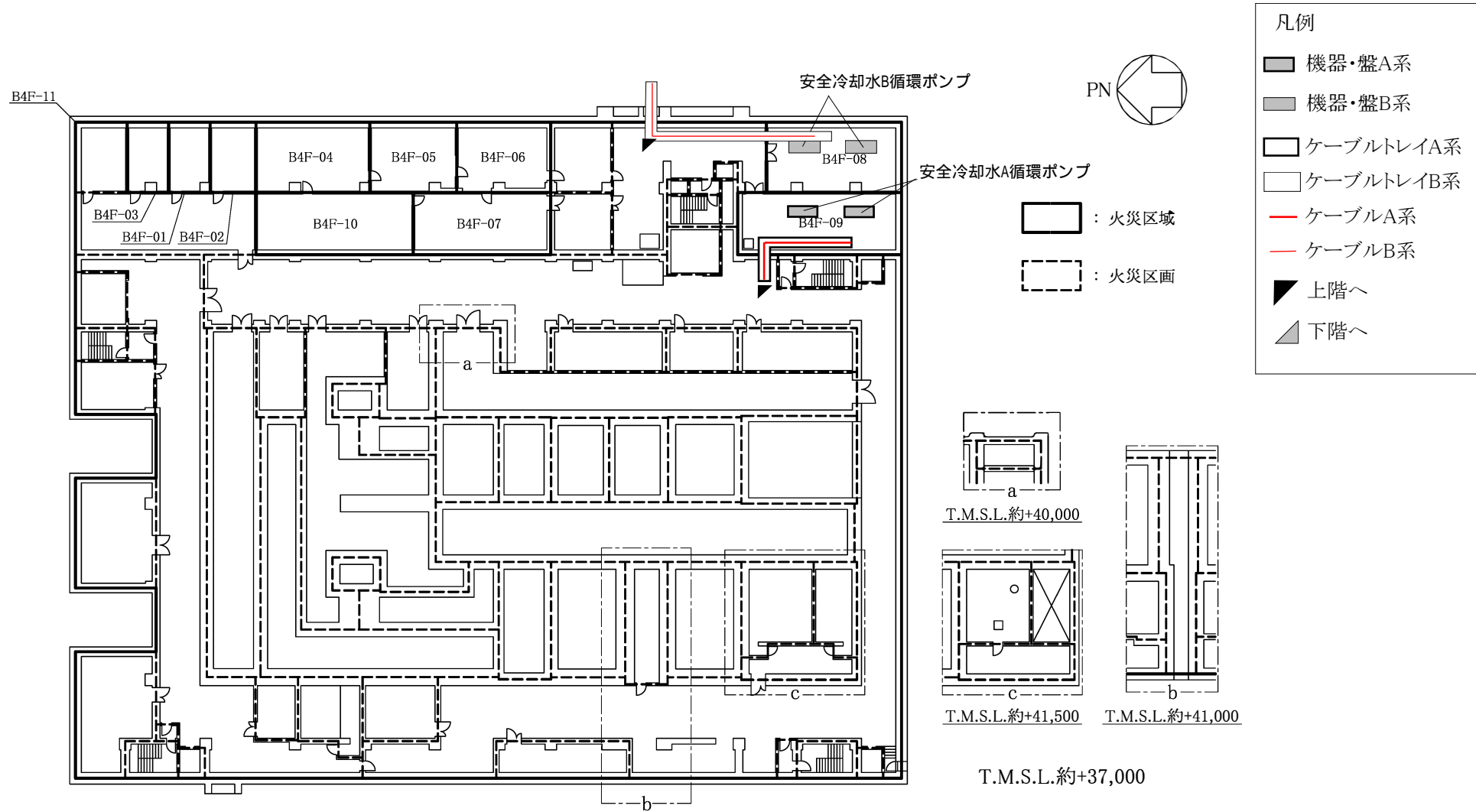
項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び前処理建屋に設置する安全冷却水系に係る影響	備考
	③ 外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	④ 中央制御室等で適切に監視できる設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(2)	消火設備		
	① 消火設備については、以下に掲げるところによること。		
	a. 消火設備は、火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統及び機器に悪影響を及ぼさないように設置すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	b. 可燃性物質の性状を踏まえ、想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	c. 消火栓は、全ての火災区域の消火活動に対処できるよう配置すること。	今回の建屋外へ移設されるが、適切に屋外消火栓を配置している。なお、工事に伴い一時的に既設屋外消火栓を移設する可能性があるが、冷却塔における火災の消火が可能な位置に復旧若しくは追設する。また、建屋内の消火栓に変更は無い。	別紙1参照
	d. 移動式消火設備を配備すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	e. 消火設備は、外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	f. 消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	g. 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器相互の系統分離を行うために設けられた火災区域又は火災区画に設置される消火設備は、系統分離に応じた独立性を備えた設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	i. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域であって、火災時に煙の充満、放射線の影響等により消火活動が困難なところには、自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	j. 電源を内蔵した消火設備の操作等に必要な照明器具を、必要な火災区域及びその出入通路に設置すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	② 消火剤に水を使用する消火設備については、①に掲げるところによるほか、以下に掲げるところによること。	-	
	a. 消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は、多重性又は多様性を備えた設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	b. 2時間の最大放水量を確保できる設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	c. 消火用水供給系をサービス系又は水道水系と共用する場合には、隔離弁等を設置して遮断する等の措置により、消火用水の供給を優先する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	d. 管理区域内で消火設備から消火剤が放出された場合に、放射性物質を含むおそれのある排水が管理区域外へ流出することを防止する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。(屋外への移設且つ放射性物質の取扱いは無い。)	
	③ 消火剤にガスを使用する消火設備については、①に掲げるところによるほか、固定式のガス系消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴させる設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	

項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系統冷却塔A設置位置変更及び前処理建屋に設置する安全冷却水系統に係る影響	備考
2.2.2	火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。	—	
(1)	凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(2)	風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(3)	消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
2.2.3	安全機能を有する構築物、系統及び機器は、消火設備の破損、誤動作又は誤操作によって、安全機能を失わない設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
	また、消火設備の破損、誤動作又は誤操作による溢水の安全機能への影響について「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」により確認すること。	火災時における消火設備からの放水による溢水(消火活動による溢水)が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。(第十一条 「溢水による損傷の防止」にて示す。)	第11条参照
2.3	火災の影響軽減		
2.3.1	安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。	—	
(1)	<b>原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域</b> については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離すること。	建屋外については火災区域を設定する。(屋外に開放されていることから、耐火壁による分離を行わない。) 建屋内に設置される機器については、火災区域を設定し3時間の耐火能力を有する耐火壁により分離する(変更なし)。	別紙1参照 別紙2参照
(2)	原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。 具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。	当該設備は、火災防護上の最重要設備(②崩壊熱除去機能のうち安全冷却水系統のうち重要度の高いもの)に該当することから、下記a～cに示す系統分離対策を講じる設計とする。 【上記①～④に対する系統分離対策】 a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離 系統分離されて配置している最重要設備となる安全上重要な機器は、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(1)及び(2)a.に基づき、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力が確認できた、耐火壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパで系統間を分離する。 3時間耐火性能の具体的仕様及び性能確認方法について前項(1)と同様である。	別紙1参照 別紙2参照
	a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。	b. 互いに相違する系列間の水平距離を6m以上確保し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離 互いに相違する系列の系統分離対象機器は、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(2)b.に基づき、系列間を6m以上の離隔距離により分離する設計とする。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないようにする。	
	b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。	c. 互いに相違する系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁で分離し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離 互いに相違する系列の系統分離対象機器は、火災防護審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(2)c.に基づき、互いの系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁(耐火間仕切り、ケーブルトレイ等耐火ラッピング)で分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計とする。	
	c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。		
(3)	放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離されていること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(4)	換気設備は、他の火災区域の火、熱、又は煙が安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域に悪影響を及ぼさないように設計すること。また、フィルタの延焼を防護する対策を講じた設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(5)	電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域及び中央制御室のような通常運転員が駐在する火災区域では、火災発生時の煙を排気できるように排煙設備を設置すること。なお、排気に伴い放射性物質の環境への放出を抑制する必要がある場合には、排気を停止できる設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	

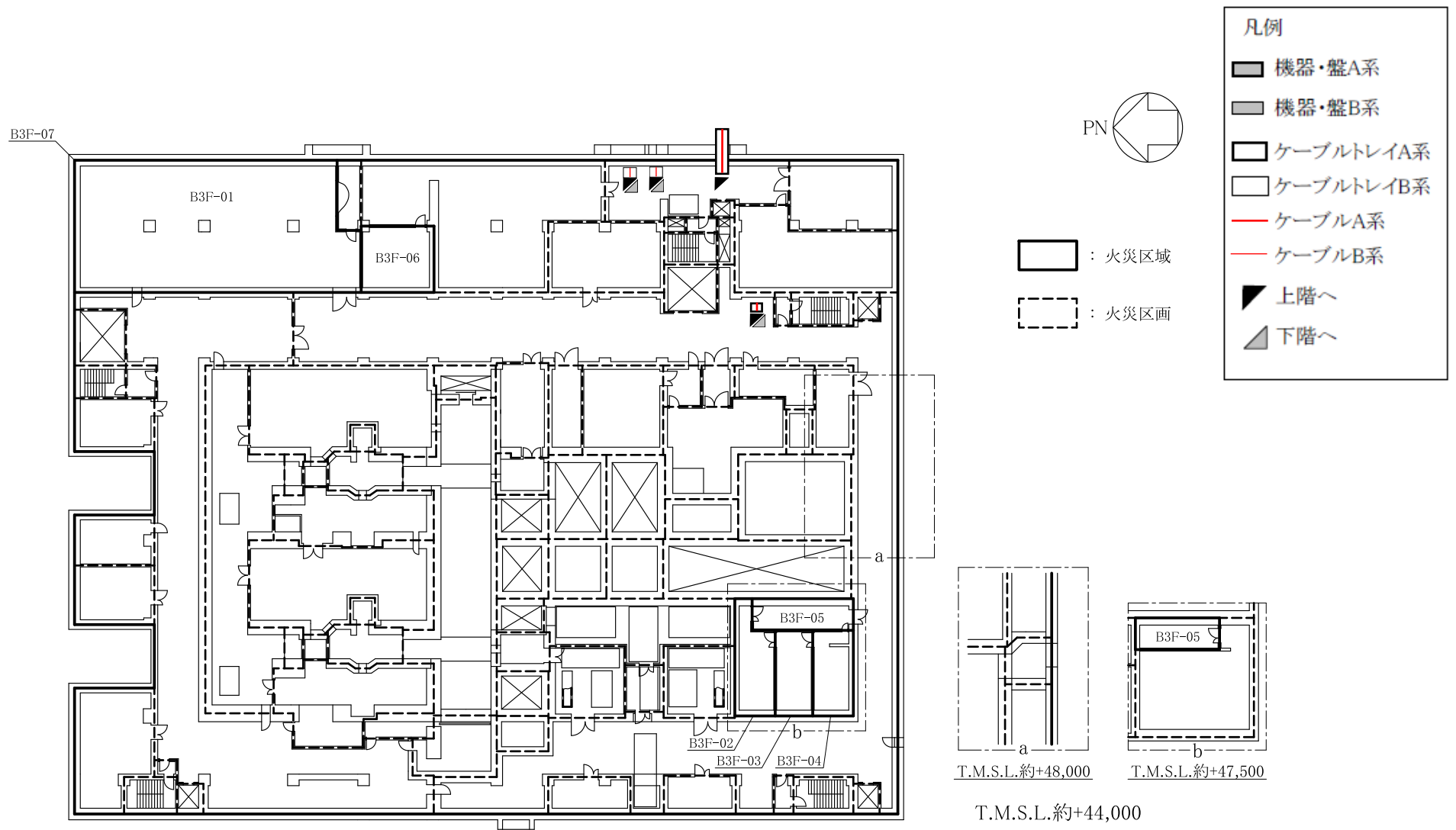
項	審査基準 記載内容	再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A設置位置変更及び前処理建屋に設置する安全冷却水系統に係る影響	備考
(6)	油タンクには排気ファン又はベント管を設け、屋外に排気できるように設計されていること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
2. 3. 2	原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。 また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。 (火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。)	今回の移設に伴う配置変更を考慮し、火災影響評価により、以下のとおり火災により安全機能が喪失しないことを確認している。 ①建屋内機器・ケーブル 当該設備は最重要設備に該当することから、適切に系統分離されており、単一火災を想定しても安全機能を喪失することはない。 ②建屋外機器・ケーブル 当該設備は最重要設備に該当することから、適切に系統分離されており、単一火災を想定しても安全機能を喪失することはない。	
3.	個別の火災区域又は火災区画における留意 火災防護対策の設計においては、2. に定める基本事項のほか、安全機能を有する構築物、系統及び機器のそれぞれの特徴を考慮した火災防護対策を講ずること。	-	
(1)	ケーブル処理室 ① 消防隊員のアクセスのために、少なくとも二箇所の入口を設けること。 ② ケーブルトレイ間は、少なくとも幅 0.9m、高さ 1.5m 分離すること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(2)	電気室 電気室を他の目的で使用しないこと。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(3)	蓄電池室 ① 蓄電池室には、直流開閉装置やインバーターを収容しないこと。 ② 蓄電池室の換気設備が、2%を十分下回る水素濃度に維持できるようにすること。 ③ 換気機能の喪失時には中央制御室に警報を発する設計であること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(4)	ポンプ室 煙を排気する対策を講ずること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(5)	中央制御室等 ① 周辺の部屋との間の換気設備には、火災時に閉じる防火ダンパを設置すること。 ② カーペットを敷かないこと。ただし、防炎性を有するものはこの限りではない。なお、防炎性については、消防法施行令第4条の3によること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(6)	使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備 消火中に臨界が生じないように、臨界防止を考慮した対策を講ずること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	
(7)	放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備 ① 換気設備は、他の火災区域や環境への放射性物質の放出を防ぐために、隔離できる設計であること。 ② 放水した消火水の溜り水は汚染のおそれがあるため、液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計であること。 ③ 放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、チャコールフィルタ及び HEPA フィルタなどは、密閉した金属製のタンク又は容器内に貯蔵すること。 ④ 放射性物質の崩壊熱による火災の発生を考慮した対策を講ずること。	今回の建屋外への移設に伴い、設計に変更は無い。	



再処理本体用 安全冷却水系冷却塔の火災区域及び系統分離

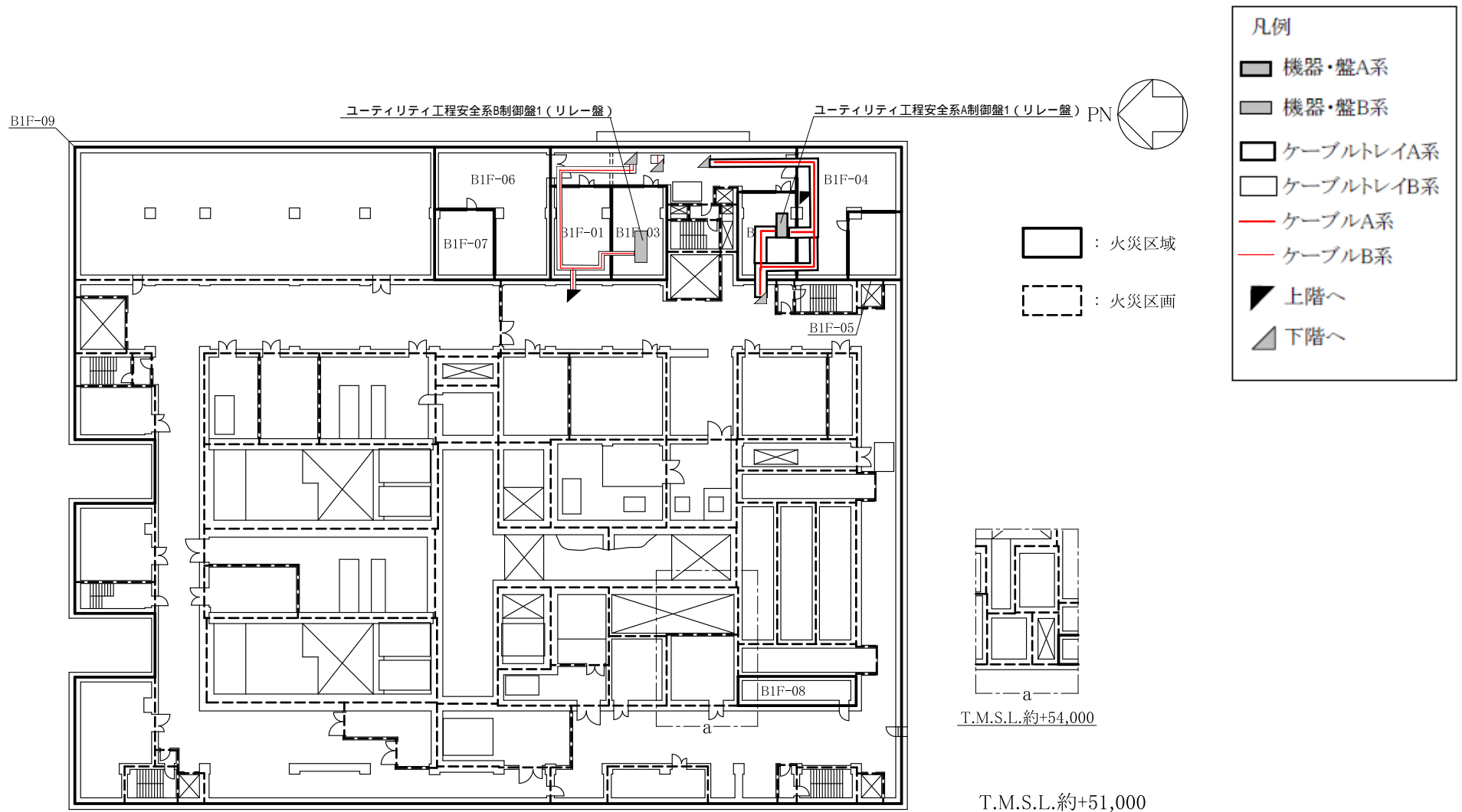


前処理建屋 地下4階 安全冷却水循環ポンプの火災区域及び系統分離状況

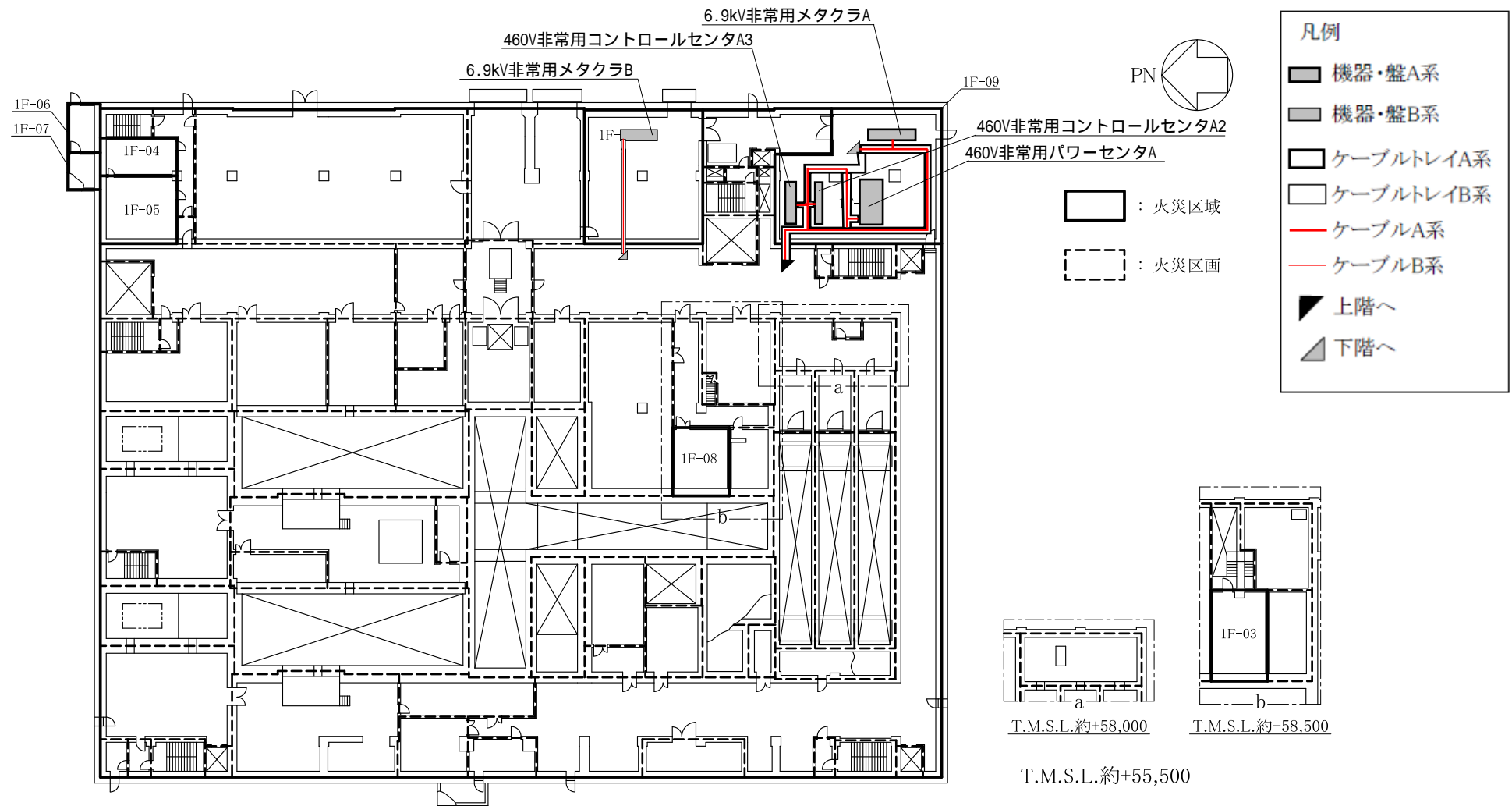


前処理建屋 地下3階 安全冷却水循環ポンプの火災区域及び系統分離状況



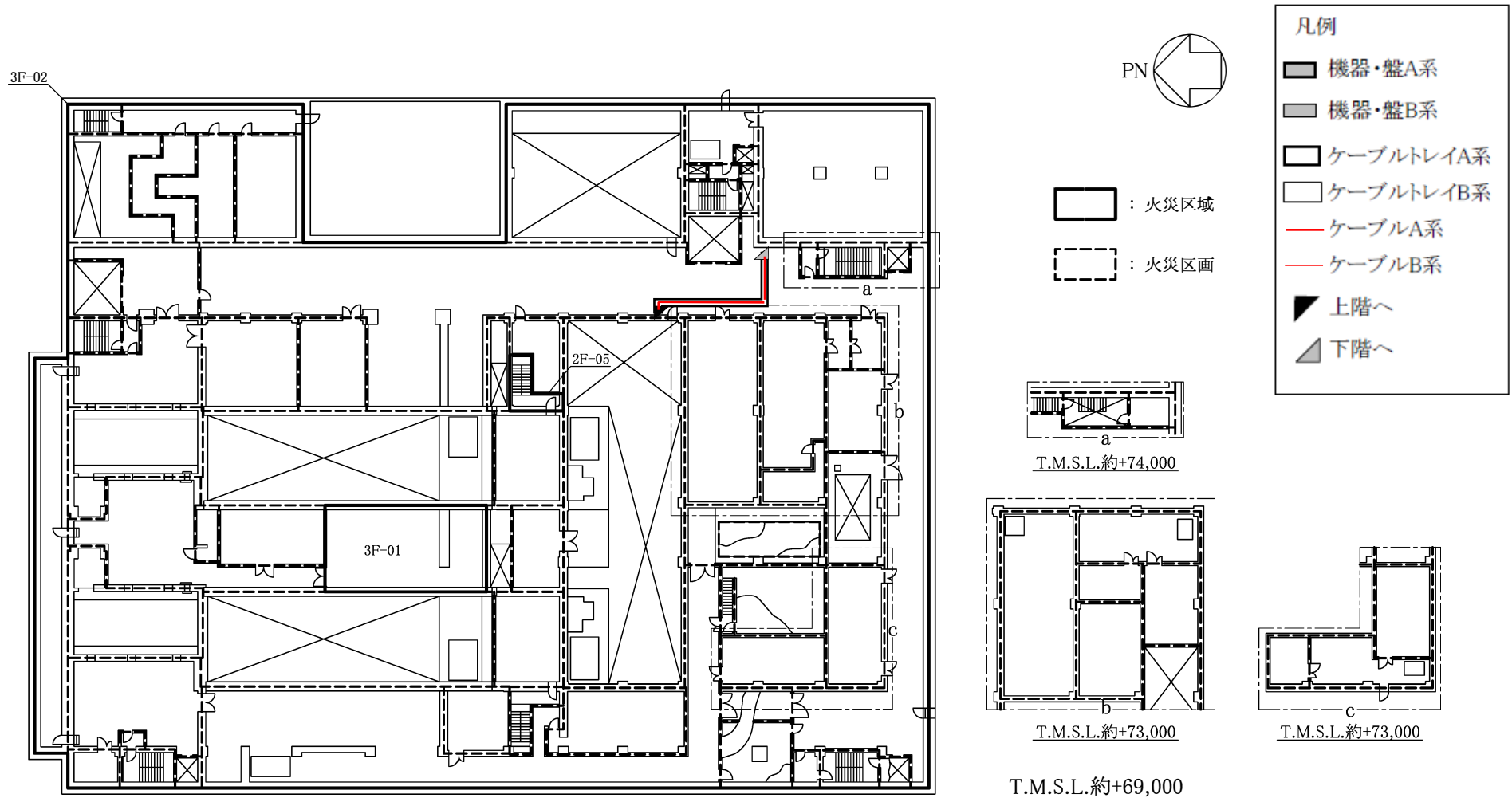


前処理建屋 地下1階 安全冷却水循環ポンプの火災区域及び系統分離状況

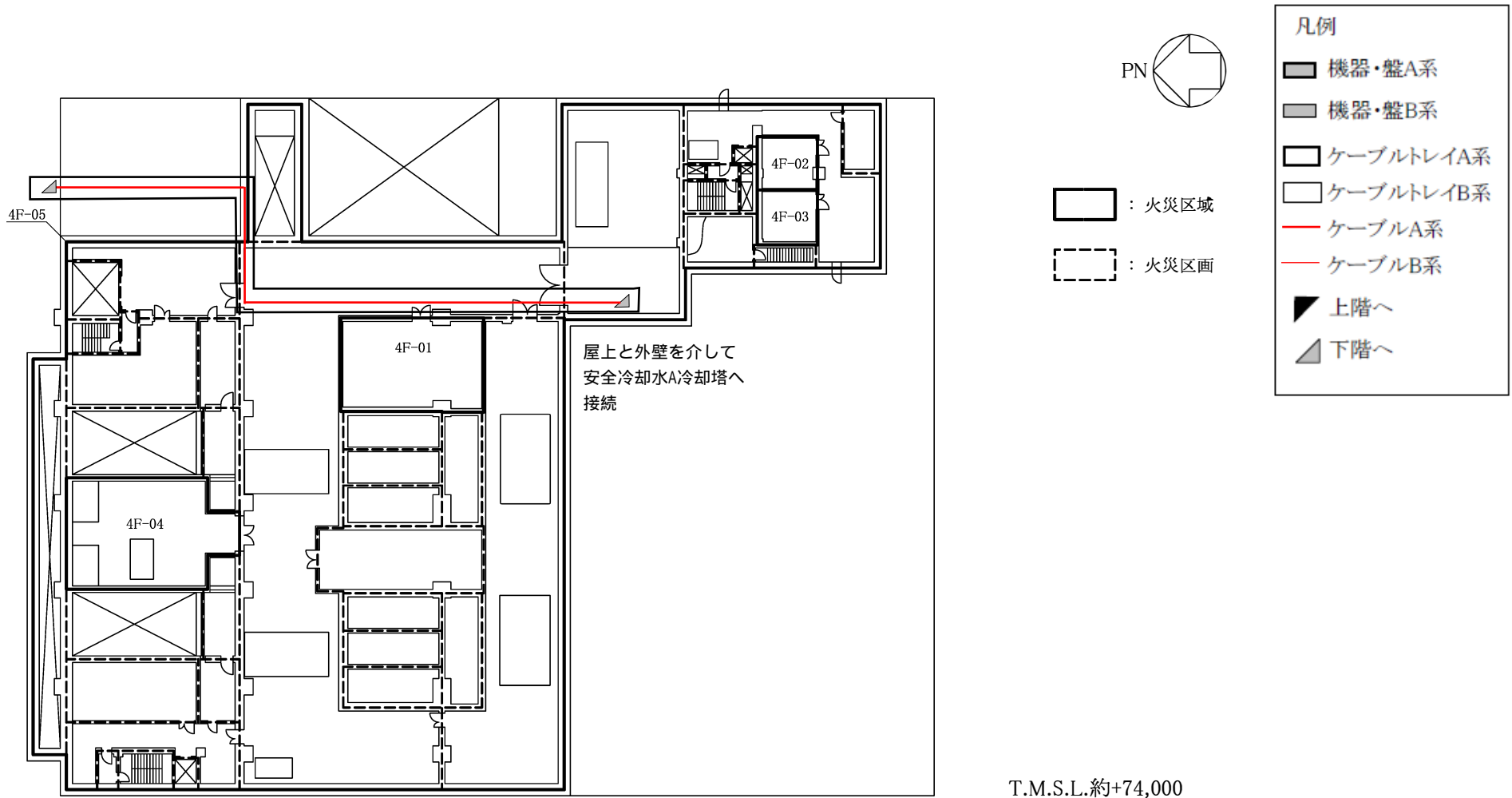


前処理建屋 地上1階 安全冷却水循環ポンプの火災区域及び系統分離状況





前処理建屋 地上3階 安全冷却水循環ポンプの火災区域及び系統分離状況

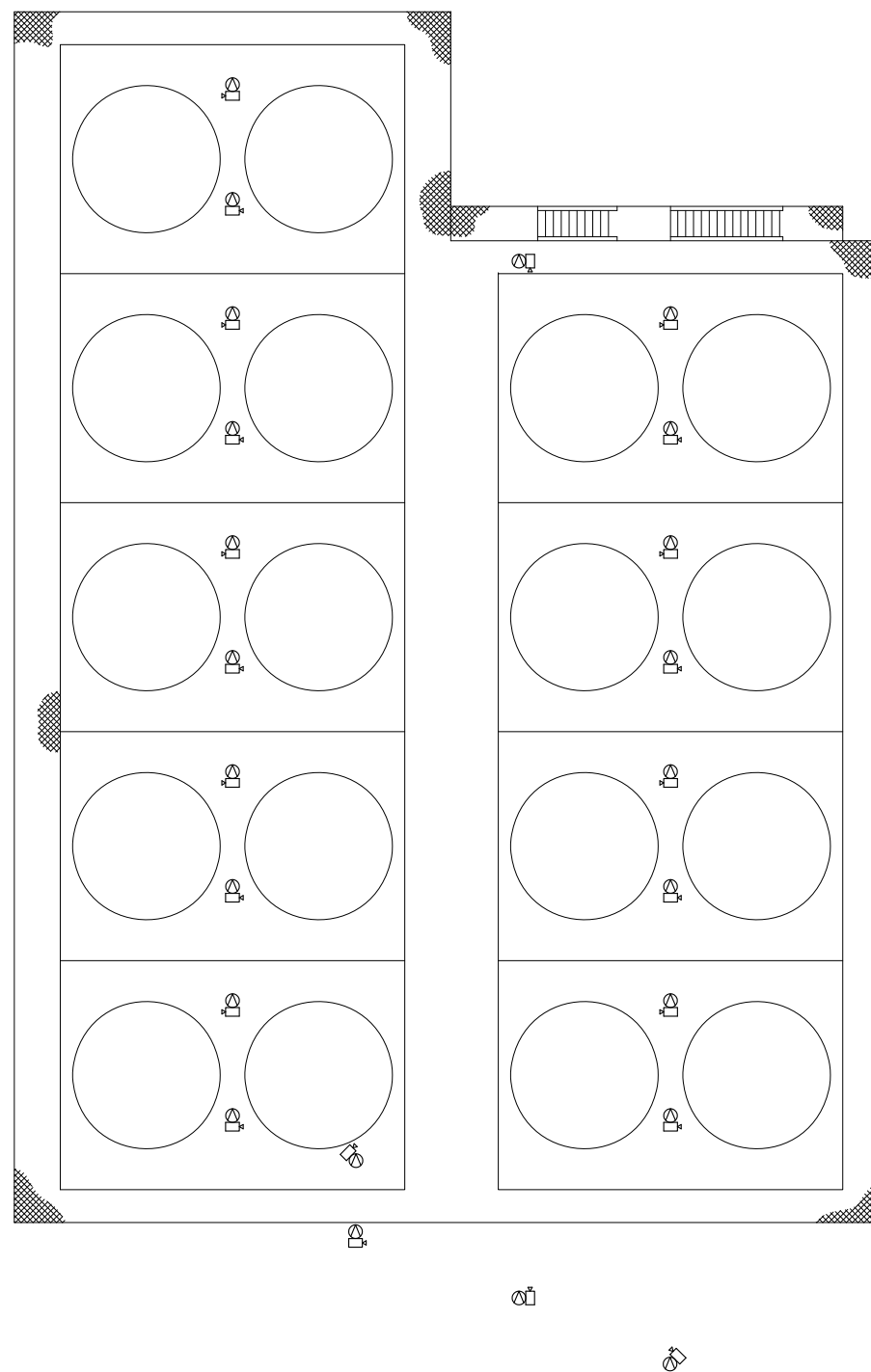


前処理建屋 地上4階 安全冷却水循環ポンプの火災区域及び系統分離状況

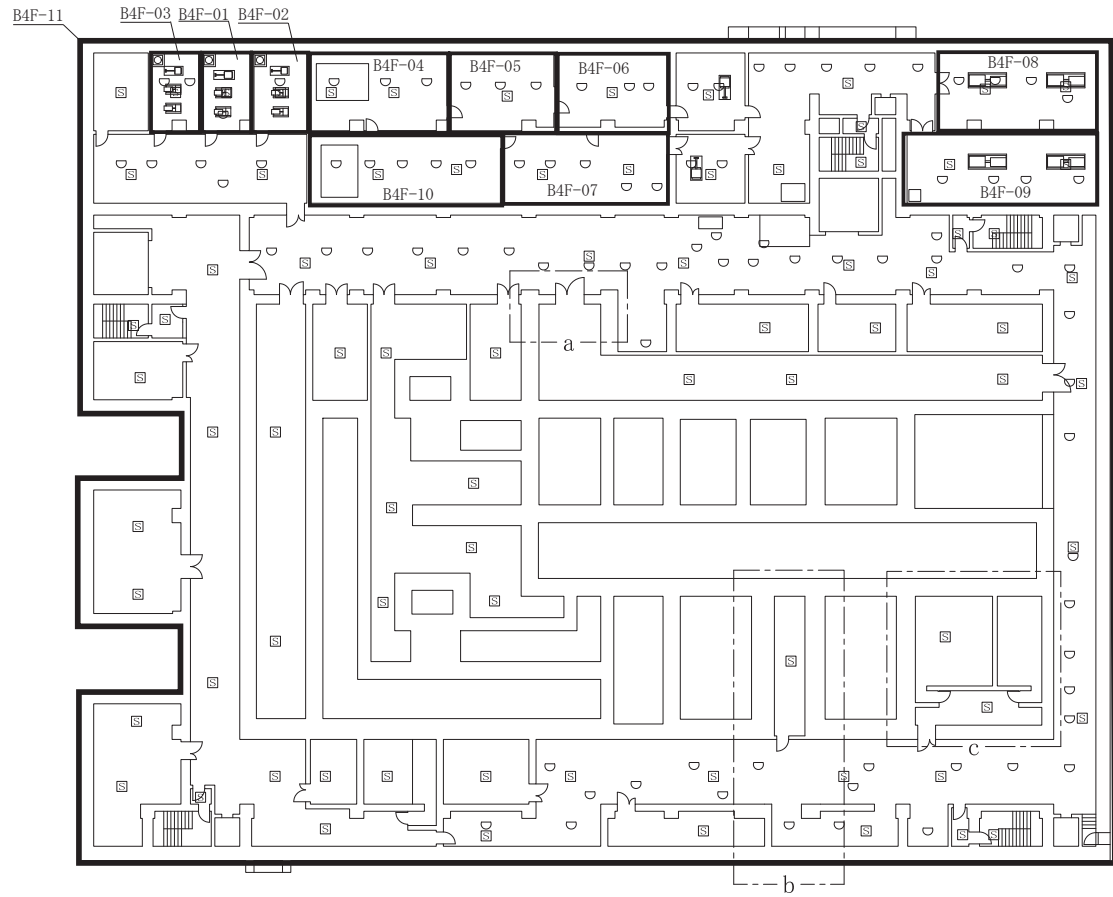


凡 例

記号	名 称	備 考
⊙	炎感知器	
□	サーモカメラ	



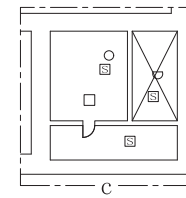
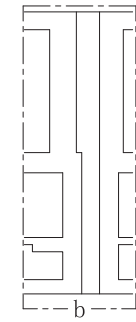
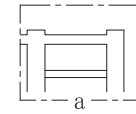
再処理本体用 安全冷却水冷却塔 地上1階平面図 (T. M. S. L. 55. 3) (単位:m)



凡 例

記号	名称	備考
○	熱感知器	
□	煙感知器	
⊙	炎感知器	

— 火災区域



地下4階 (T. M. S. L. 37. 2) (単位:m)

3. 2. 2 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更に係る第 9 条（火山）への適合性について

（1）はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（火山）への適合性について以下に示す。

（2）規則への適合性

（2）－ 1 設計方針

火山に対する設計方針は以下の通り。

冷却塔 A は安全上重要な施設であるため、降下火砕物防護対象設備として、降下火砕物により安全機能を損なわない設計とする。

（2）－ 2 降下火砕物防護施設の選定

降下火砕物防護対象設備は、建屋内に収納され防護される設備、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備及び屋外に設置される設備に分類される。

そのため、降下火砕物防護対象設備を収納する建屋、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備を降下火砕物防護施設とする。

冷却塔 A は屋外に設置する降下火砕物防護対象設備であるため、降下火砕物防護施設として選定する。



(2) - 2 - 1 降下火砕物防護対象設備を収納する建屋

- ①使用済燃料受入れ・貯蔵建屋
- ②前処理建屋
- ③分離建屋
- ④精製建屋
- ⑤ウラン脱硝建屋
- ⑥ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
- ⑦ウラン酸化物貯蔵建屋
- ⑧ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋
- ⑨高レベル廃液ガラス固化建屋
- ⑩第1ガラス固化体貯蔵建屋
- ⑪チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋
- ⑫ハル・エンドピース貯蔵建屋
- ⑬制御建屋
- ⑭分析建屋
- ⑮非常用電源建屋
- ⑯主排気筒管理建屋

(2) - 2 - 2 建屋内に収納されるが外気を直接取り込む

降下火砕物防護対象設備

- ①制御建屋中央制御室換気設備
- ②ガラス固化体貯蔵設備のうち収納管及び通風管
- ③第1非常用ディーゼル発電機
- ④第2非常用ディーゼル発電機
- ⑤安全圧縮空気系空気圧縮機

## (2) - 2 - 3 屋外に設置する降下火砕物防護対象設備

- ①主排気筒
- ②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 A, B
- ③再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B
- ④第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B
- ⑤ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備及び高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備の屋外配管並びに前処理建屋換気設備, 分離建屋換気設備, 精製建屋換気設備, ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備及び高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の屋外ダクト

## (2) - 3 設計方針

### ①構造物への静的負荷

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は, 設計荷重(火山)の影響により, 安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備の許容荷重が, 設計荷重(火山)に対して安全余裕を有することにより, 構造健全性を失わない設計とする。

降下火砕物の堆積荷重と組み合わせる自然現象として積雪及び風(台風)を考慮する。

冷却塔 A は屋外に設置する降下火砕物防護対象設備であるため，降下火砕物の荷重は，堆積厚さ 55 cm，密度  $1.3 \text{ g/cm}^3$  (湿潤状態) とし，安全機能を損なわない設計とする。

## ② 粒子の衝突

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は，降下火砕物の粒子の衝突の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は，コンクリート又は鋼構造物であるため，微小な鉱物結晶であり，砂よりも硬度が低い特性を持つ降下火砕物の衝突による影響は小さい。そのため，降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備の構造健全性を損なうことはない。

なお，粒子の衝撃荷重による影響については，竜巻の設計飛来物の影響に包含される。

冷却塔 A は鋼構造物であるため，粒子の衝突により安全機能を損なうことはない。

## ③ 換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）

屋外に設置する降下火砕物防護対象設備のうち主排気筒は，降下火砕物の侵入による閉塞の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

建屋に収納される降下火砕物防護対象設備及び建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備は，降下火砕物を含む空気による流路の閉塞の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

主排気筒は、排気の吹き上げにより降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が主排気筒内に侵入した場合でも、主排気筒下部に異物の除去が可能なマンホール及び異物の溜まる空間を設けることにより閉塞し難い構造とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び制御建屋中央制御室換気設備は、外気取入口に防雪フードを設け、降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が取り込まれたとしても、制御建屋中央制御室換気設備にはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し、中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止する。降下火砕物防護対象設備を収納する建屋の換気設備についても、プレフィルタ及び粒子フィルタ又は中性能フィルタを設置し、建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。さらに、降下火砕物がフィルタに付着した場合でも交換又は清掃が可能な構造とすることで、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

ガラス固化体貯蔵設備の収納管、通風管等で構成する貯蔵ピットの冷却空気流路については、冷却空気入口シャフトの外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が侵入した場合でも、貯蔵ピットの下部には空間があり、冷却空気流路が直ちに閉塞することはない。また、必要に応じ点検用の開口部より、吸引による除灰を行う。

第1非常用ディーゼル発電機、第2非常用ディーゼル発電機及び安全圧縮空気系空気圧縮機は、外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が取り込まれたとしても、設備内部への降下火砕物の進入を防止するた

め、中性能フィルタ又はステンレス製ワイヤネットを設置する。さらに、降下火砕物がフィルタに付着した場合でもフィルタの交換又は清掃が可能な構造とすることで、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

冷却塔 A の安全冷却水系は、外気を系統内に取り込まない閉ループ構造であるため、降下火砕物が侵入し閉塞することはない。

#### ④ 換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（磨耗）

建屋に収納される降下火砕物防護対象設備及び建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備のうち、制御建屋中央制御室換気設備，第 1 非常用ディーゼル発電機，第 2 非常用ディーゼル発電機及び安全圧縮空気系空気圧縮機並びに屋外に設置される降下火砕物防護対象設備のうち安全冷却水系の冷却塔は，降下火砕物による磨耗の影響により，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び制御建屋中央制御室換気設備は，外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても，制御建屋中央制御室換気設備にはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し，中央制御室内部への降下火砕物の侵入を防止する。降下火砕物防護対象設備を収納する建屋の換気設備についても，プレフィルタ及び粒子フィルタ又は中性能フィルタを設置し，建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。

第 1 非常用ディーゼル発電機，第 2 非常用ディーゼル発電機及び安全圧縮空気系空気圧縮機は，外気取入口に防雪フードを

設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が取り込まれたとしても、設備内部への降下火砕物の侵入を防止するため、中性能フィルタ又はステンレス製ワイヤネットを設置する。

安全冷却水系の冷却塔において降下火砕物の影響を受けると想定される駆動部として、冷却ファンの回転軸部がある。これに対しては、冷却空気を上方に流し降下火砕物が侵入し難い構造とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A は既設の冷却塔 B と同じ構造とし、冷却ファン回転軸部に降下火砕物が進入し難い構造とすることで、磨耗により安全機能を損なわない設計とする。

⑤ 構造物への化学的影響（腐食）、換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋、建屋に収納される降下火砕物防護対象設備、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は、降下火砕物による腐食の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の特性として、金属腐食研究の結果より、直ちに金属腐食を生じさせることはないが、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象設備及び屋外に設置する降下火砕物防護対象設備は、塗装、腐食し難い金属の使用又は防食処理（アルミニウム溶射）を施した炭素鋼を用いることにより、安全機能を損なわない設計とする。

また、長期的な影響については、保守及び修理により安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋は、外気取入口に防雪フードを設け、降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が取り込まれたとしても、降下火砕物防護対象設備を収納する建屋の換気設備については、プレフィルタ及び粒子フィルタ又は中性能フィルタを設置し、建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。制御建屋中央制御室換気設備についてはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し、中央制御室内部への降下火砕物の侵入を防止する。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋は外壁塗装及び屋上防水がなされていることから、降下火砕物による化学的腐食により短期的に影響を及ぼすことはない。

また、降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については、堆積した降下火砕物を除去し、除去後の点検等において、必要に応じて補修作業を実施することにより、安全機能を損なうことはない。

冷却塔 A は屋外に設置する降下火砕物防護対象設備であるため、塗装又は腐食し難い金属を使用することにより、腐食により安全機能を損なわない設計とする。

#### ⑥ 中央制御室の大気汚染

降下火砕物防護施設のうち、制御建屋の中央制御室は、降下火砕物による大気汚染により、運転員の居住性を損なわない設計とする。

制御建屋中央制御室換気設備の外気取入口には防雪フードを設け、降下火砕物が侵入し難い構造とすることにより、中央制御室の大気汚染を防止する。降下火砕物が取り込まれたとし

ても、制御建屋中央制御室換気設備にはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し、中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止することで、運転員の居住性を確保する設計とする。

さらに、制御建屋中央制御室換気設備の外気との連絡口を遮断し、制御建屋の中央制御室内空気を再循環することで、腐食性ガスの侵入を防止し、運転員の作業環境を確保する設計とする。

冷却塔 A は大気汚染を考慮する必要はない。

#### ⑦ 取水源の水質汚染

再処理施設には大量に水を使用し、取水が必要となる降下火砕物防護対象設備はないため、取水源の水質汚染の影響を受けることはない。

なお、安全冷却水系の補給水等として使用される純水は、二又川の河川水を除濁ろ過したろ過水から製造して純水貯槽に貯留し、純水貯槽から供給するため、供給中に水質汚染することはない。

冷却塔 A は補給水として純水を使用するが、大量に使用しないこと及び純水貯槽から共有されるため、水質汚染の影響を受けない。

#### ⑧ 電気系及び計測制御系の絶縁低下

建屋に収納される降下火砕物防護対象設備は、降下火砕物による絶縁低下の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋及び制御建屋中央制御室換気設備は、外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても、



降下火砕物防護対象設備を収納する建屋の換気設備については、プレフィルタ及び粒子フィルタ又は中性能フィルタを設置し、建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。制御建屋中央制御室換気設備についてはプレフィルタ及び高性能粒子フィルタを設置し、中央制御室内部への降下火砕物の侵入を防止する。

冷却塔 A は屋外に設置する降下火砕物防護対象設備であり、絶縁低下の影響を受けるような設備は屋外にはない。

#### ⑨ 外部電源喪失

送電網への降下火砕物の影響により、長期的に外部電源が喪失した場合に対し、第 1 非常用ディーゼル発電機及び第 2 非常用ディーゼル発電機を各々 2 系統設置する設計とし、外部電源喪失により安全機能を損なわない設計とする。

また、外部からの支援を期待できない場合においても、電力の供給を可能とするため、再処理施設内に第 1 非常用ディーゼル発電機及び第 2 非常用ディーゼル発電機が 7 日間以上連続で運転できる燃料を貯蔵する設計とし、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A は、外部電源の喪失時には第 2 非常用ディーゼル発電機から給電される設計とするため、外部電源喪失の影響を受けることはない。

#### ⑩ アクセス制限

敷地外で交通の途絶が発生した場合、安全上重要な施設に電力を供給する第 1 非常用ディーゼル発電機及び第 2 非常用ディーゼル発電機の燃料の供給が外部から受けられないが、再処

理施設内に第1非常用ディーゼル発電機及び第2非常用ディーゼル発電機が7日間以上連続で運転できる燃料を貯蔵する設計とし、安全機能を損なわない設計とする。

敷地内において交通の途絶が発生した場合でも、安全上重要な施設の安全機能は再処理施設内で系統が接続されることにより、交通の途絶の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。

また、敷地内の道路において降下火砕物が堆積した場合には、降灰後に除灰作業を実施し復旧することを手順等に定める。

冷却塔Aは、外部電源の喪失時には第2非常用ディーゼル発電機から給電される設計とし、第2非常用ディーゼル発電機は7日間以上連続で運転できる燃料を貯蔵する設計とするため、アクセス制限の影響を受けることはない。

### (3) まとめ

上記のとおり、冷却塔Aの設置位置の変更によって、降下火砕物に対する適合の基本方針に変更はなく、冷却塔Aの設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針に従い、降下火砕物に対して安全機能を損なわない設計とする。

3. 2. 3 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置  
変更に係る第 9 条（外部火災）への適合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（外部火災）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 設計方針

外部火災に対する設計方針は以下の通り。

冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、外部火災に対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 2 外部火災防護施設

外部火災防護対象設備は、建物内に収納され防護される設備及び屋外に設置される設備に分類されることから、外部火災防護対象設備を収納する建屋及び屋外に設置する外部火災防護対象設備を外部火災防護施設として選定する。

冷却塔 A は屋外に設置する外部火災防護対象設備であるため、外部火災防護施設として選定する。（第 3 - 2 表参照）

## (2) - 3 設計方針

### ① 森林火災

屋外に設置する外部火災防護施設である安全冷却水系冷却塔については、輻射強度が最大となる発火点3の森林火災による輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔Aについても、同様に冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、防火帯から最も近い位置（約129m）にある外部火災防護施設の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Aとし、冷却水出口温度が最大運転温度以下なることを確認する。

冷却塔Aは、第4図に示す位置に設置する設計とするため、評価対象よりも、防火帯からの離隔距離（約192m）が大きいため、評価対象において、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認することで、冷却塔Aについても、安全機能を損なわないことが確認できる

### ② 石油備蓄基地火災

屋外に設置する外部火災防護施設である安全冷却水系冷却塔については、想定される石油備蓄基地火災から受ける火災からの輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔Aについても、同様に冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、石油備蓄基地からの距離が最短（約1,640

m)となる外部火災防護施設の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Bとし、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認する。

冷却塔Aは、第4図に示す位置に設置する設計とするため、評価対象よりも、石油備蓄基地からの離隔距離（約1,790m）が大きいため、評価対象において、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認することで、冷却塔Aについても、安全機能を損なわないことが確認できる

### ③石油備蓄基地火災と森林火災の重畳

屋外に設置する外部火災防護施設である安全冷却水系冷却塔については、石油備蓄基地火災と森林火災から受ける輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔Aについても、同様に冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、石油備蓄基地火災と森林火災の重畳による熱影響が厳しい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Aとし、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認する。

冷却塔Aは、第4図に示す位置に設置する設計とするため、評価対象よりも、防火帯及び石油備蓄基地からの離隔距離（約1,790m）が大きいため、評価対象において、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認することで、冷却塔Aについても、安全機能を損なわないことが確認できる。

#### ④ 航空機墜落による火災

屋外に設置する外部火災防護施設は、火炎からの輻射熱を受けて高温になることが想定されるため、耐火被覆、遮熱板等の防護対策を講ずることにより、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

屋外の外部火災防護対象設備は、主要部材である鋼材の強度が維持される温度  $325^{\circ}\text{C}$  以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。また、安全冷却水系冷却塔については、火炎からの輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度が最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

飛来物防護ネットについては、安全冷却水系冷却塔に波及的影響を与える場合は、支持構造物である架構に耐火被覆、遮熱板等の防護対策を講ずる設計とする。

冷却塔 A についても、同様に耐火被覆、遮熱板等の防護対策を講ずることにより、主要部材である鋼材の強度が維持される温度  $325^{\circ}\text{C}$  以下とし、安全機能を損なわない設計とする。

また、冷却塔 A の配管は前処理建屋屋上の既設冷却水配管に接続することから、新たに設置する配管に対しても耐火被覆、遮熱板等の防護対策を講ずることにより、冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

さらに、冷却塔 A 及び既設取合部は竜巻防護対策のため飛来物防護ネット及び飛来物防護板を新規に設置する。この飛来物防護ネット及び飛来物防護板についても、冷却塔 A に波及的影響を与える場合は、支持構造物である架構等に耐火被覆、遮熱

板等の防護対策を講ずる設計とする。

冷却塔 A に対しての防護対策のイメージ図を第 5 図に示す。

⑤ 敷地内の危険物タンク等の火災

敷地内の危険物タンク等の火災としては、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所、ボイラ用燃料貯蔵所及びディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の火災を想定する。

屋外に設置する外部火災防護施設である安全冷却水系冷却塔については、危険物タンク等の火災から受ける輻射強度に基づき算出する冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A についても、同様に冷却水出口温度を最大運転温度以下とすることで、安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所からの距離が最短となる再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B（約 490 m）、ボイラ用燃料貯蔵所からの距離が最短となる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 B（約 210 m）及びディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所からの距離が最短となる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 B（約 100 m）とする。

冷却塔 A は、第 4 図に示す位置に設置する設計とするため、評価対象よりも、危険物タンク等からの離隔距離が大きい\*ため、評価対象において、冷却水出口温度が最大運転温度以下となることを確認することで、冷却塔 A についても、安全機能を損なわないことが確認できる。

\* : 冷却塔 A の危険物タンク等からの離隔距離

・ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所から約 8 6 0 m

・ボイラ用燃料貯蔵所からの距離から約 3 4 0 m

・ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所から約 2 2 0 m

### (3) まとめ

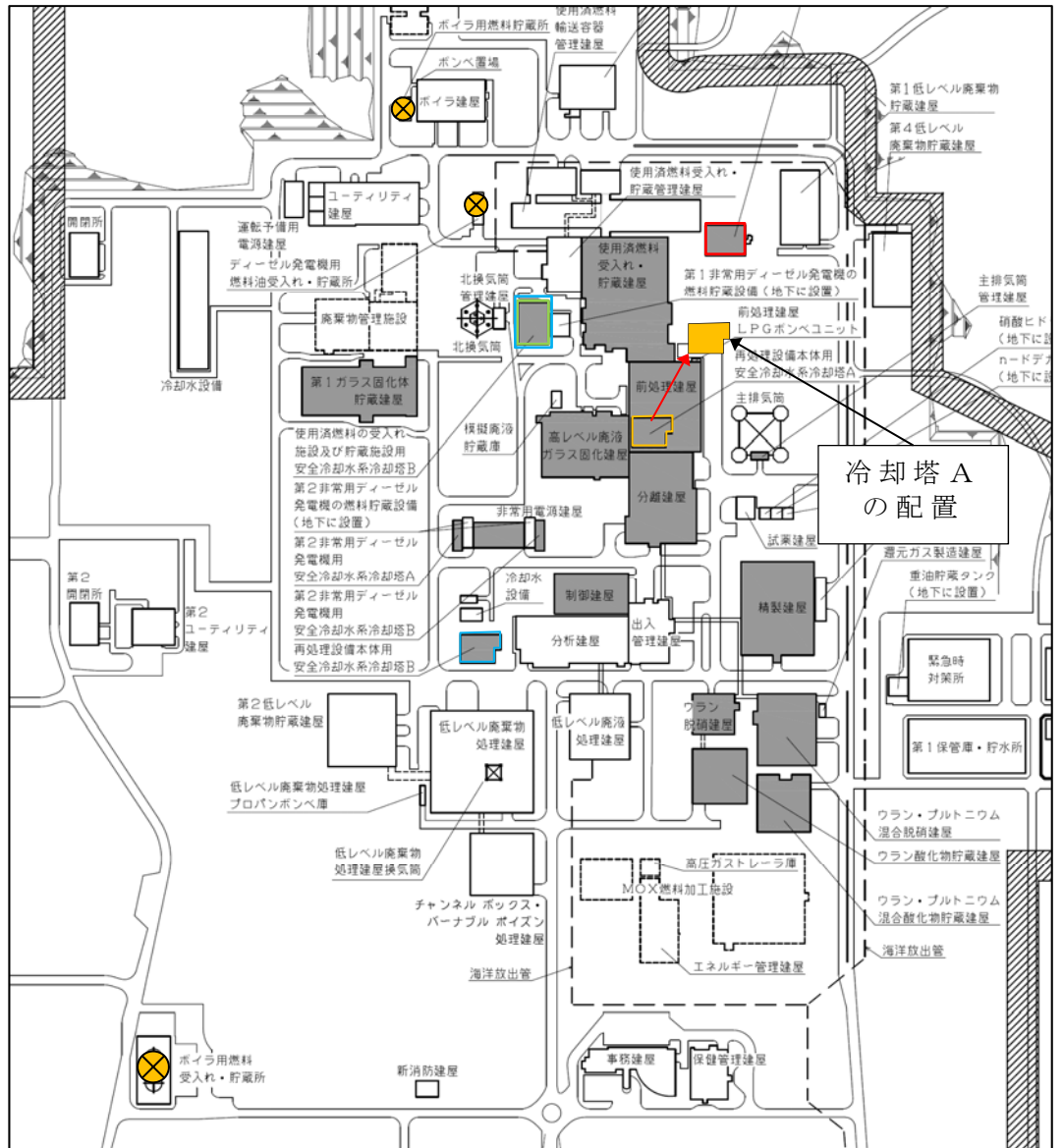
上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，外部火災に対する適合の基本方針に変更はなく，冷却塔 A の設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，外部火災に対して安全機能を損なわない設計とする。



第3-2表 外部火災防護施設

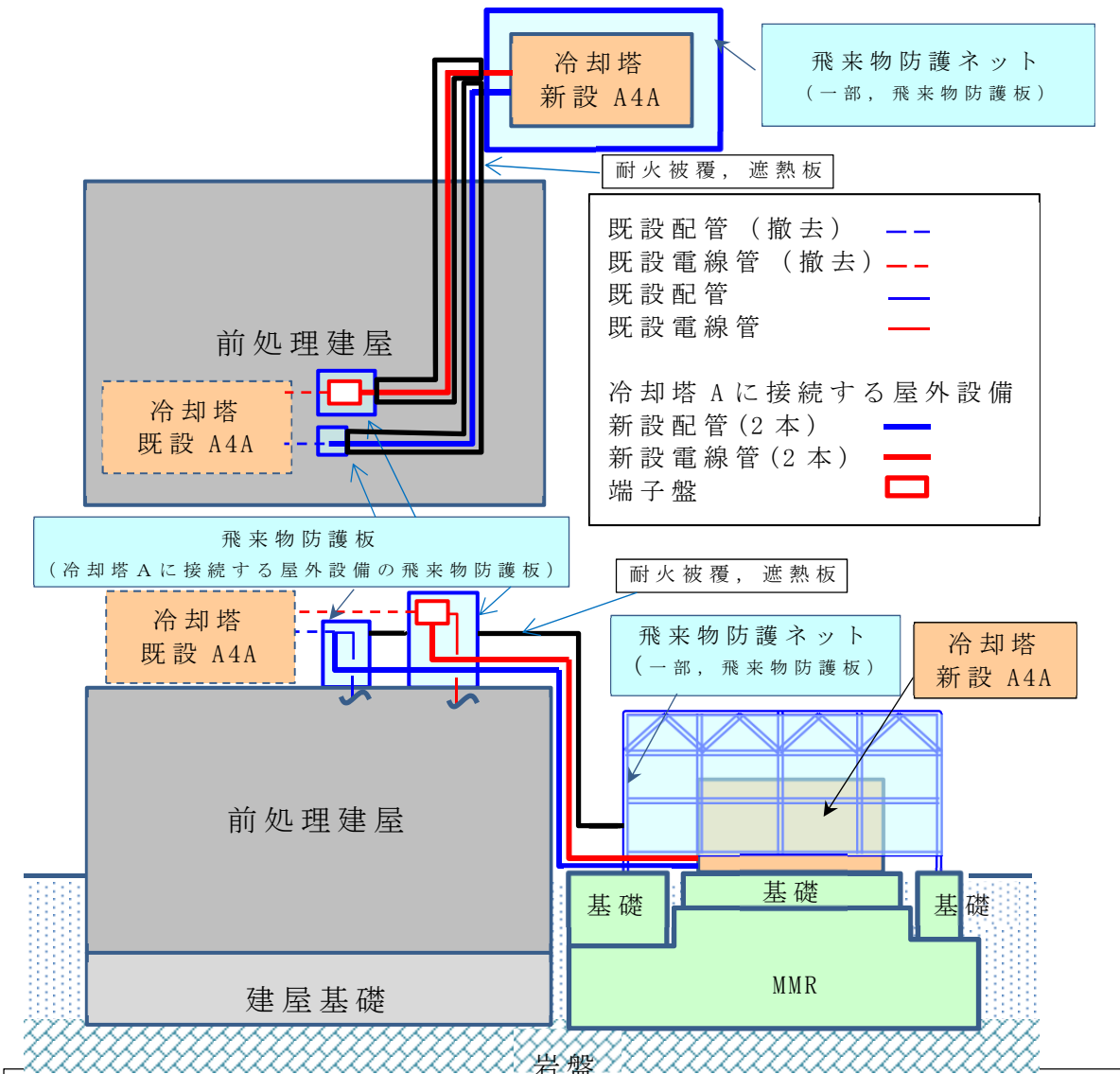
防護対象	外部火災防護施設
外部火災 防護対象 設備を収 納する建 屋	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋</li> <li>・前処理建屋</li> <li>・分離建屋</li> <li>・精製建屋</li> <li>・ウラン脱硝建屋</li> <li>・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋</li> <li>・ウラン酸化物貯蔵建屋</li> <li>・ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋</li> <li>・高レベル廃液ガラス固化建屋</li> <li>・第1ガラス固化体貯蔵建屋</li> <li>・制御建屋</li> <li>・非常用電源建屋</li> <li>・主排気筒管理建屋</li> </ul>
屋外に設 置する外 部火災防 護対象設 備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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 A, B</li> <li>・再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B</li> <li>・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B</li> <li>・主排気筒</li> <li>・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備</li> <li>・高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備</li> <li>・前処理建屋換気設備</li> <li>・分離建屋換気設備</li> <li>・精製建屋換気設備</li> <li>・ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備</li> <li>・高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備</li> </ul>

石油備蓄基地のある方位



- 凡例
- : 森林火災の評価対象
  - : 石油備蓄基地火災の評価対象
  - : 敷地内の危険物タンク等火災の評価対象
  - ⊗ : 危険物タンク等の火災源

第4図 冷却塔 A と外部火災に対する評価対象の配置



< 航空機墜落火災に対する防護対策の設計方針 >

< 冷却塔 A >

- ・ 主要部材である鋼材の強度が維持される温度 325℃以下となるよう耐火被覆，遮熱板等の防護対策を講ずる。

< 新設の配管 >

- ・ 冷却水出口温度が最大運転温度以下となるよう耐火被覆，遮熱板等の防護対策を講ずる。なお，防護対策については，航空機落下確率評価における標的面積を超えない範囲で実施する。

< 新設の電線管 >

- ・ 冷却塔 A の安全機能が損なわれないよう耐火被覆，遮熱板等の防護対策を講ずる。なお，防護対策については，航空機落下確率評価における標的面積を超えない範囲で実施する。

< 飞来物防護ネット及び飞来物防護板 >

- ・ 冷却塔 A 及び既設取合部に波及的影響を与える場合は，耐火被覆，遮熱板等の防護対策を講ずる。

第 5 図 航空機墜落火災に対する防護対策の設計方針

3.2.4 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置  
変更に係る第 9 条（航空機落下）への適合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（航空機落下）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 設計方針

航空機落下に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、標的面積として加えて航空機落下確率を評価する。

### (3) 評価対象とする航空機落下事故

評価対象とする航空機落下事故は，国内における落下事故とし，対象期間は計器飛行方式民間航空機については平成 11 年 1 月から平成 30 年 12 月<sup>※1</sup>までの 20 年間，自衛隊機又は米軍機については平成 11 年 4 月から平成 31 年 3 月<sup>※2</sup>までの 20 年間とする。

※1 平成 11 年 1 月から平成 24 年 12 月での期間は「航空機落下事故に関するデータ平成 28 年 6 月 原子力規制委員会」，平成 25 年 1 月から平成 30 年 12 月までの期間は「国土交通省 運輸安全委員会 報告書」検索結果による。

※2 平成 11 年 4 月から平成 24 年 12 月での期間は「航空機落下事故に関するデータ 平成 28 年 6 月 原子力規制委員会」，平成 25 年 1 月から平成 31 年 3 月までの期間は「文林堂 航空ファン (no. 723-798)」による。

#### ①計器飛行方式民間航空機の落下事故

対象期間において，航空路を巡航中の落下事故は発生していないが，安全側に事故件数を 0.5 回とする。

#### ②自衛隊機又は米軍機の落下事故

航空機落下評価ガイドの「有視界飛行方式民間航空機の落下事故」の落下確率評価においては，「小型機では機体重量，飛行速度，落下時の衝撃力（荷重），衝突時の衝突面積が大型機に比べて小さいこと，一般に格納容器や原子炉建屋が堅固な構築物であること等から原子炉施設に落下した場合においても

その影響を及ぼす原子炉施設の範囲が大型機の落下に比べて著しく小さくなることを考慮する。」とされており，対象航空機の種類による係数を用いて航空機落下確率を評価することとされている。

一方，再処理施設は，再処理施設の南方向約10 kmに三沢対地訓練区域があり，自衛隊機及び米軍機が訓練を行っていることから，F-16等が再処理施設に衝突した場合でも，鉄筋コンクリート板等の機体全体の衝突による全体的な破壊及びエンジンの衝突による局部的な破壊（貫通及び裏面剥離）により安全上重要な施設の安全機能が損なわれないよう，建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている。

これらを踏まえ，再処理施設のうち建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物に対する航空機落下確率評価においては，航空機の衝突による影響がF-16等と同程度かそれ以下の航空機については，対象航空機の種類による係数を適用することとする。

係数を適用する場合の条件を以下に示す。

#### 《機体全体の衝突による全体的な破壊》

- ・ 全体的な破壊に用いる衝撃荷重の設定要素となる機体重量及び速度のいずれもF-16等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとする。

## 《エンジンの衝突による局所的な破壊》

- ・ 局所的な破壊に用いる貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さの算定要素となるエンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとする。

評価対象とする航空機落下事故は、自衛隊機 10 回（うち 8 回が係数適用）及び米軍機 3 回（うち 2 回が係数適用）となる。

#### (4) 標的面積の設定

再処理施設は、工程ごとに安全機能が独立して複数の建屋で構成されていることから、追加の防護設計の要否確認の対象として選定した安全上重要な施設を収納する建屋及び屋外に設置する安全上重要な施設並びに安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物の面積を合算した面積を標的面積とする。

また、安全圧縮空気系、安全冷却水系、非常用所内電源系統、主排気筒、安全保護回路及び安全上重要な計測制御系の安全上重要な施設に係る建物・構築物間に敷設する配管、ダクト及びケーブルのうち、地下に位置する洞道内に設置されているものについては、航空機落下の影響を受けるおそれがないことから標的面積には含めない。

安全機能を維持する観点で含める安全上重要な施設の選定結果を第3-3表に、また、選定した安全上重要な施設に係る建物・構築物を第3-4表に示す。

第3-5表に建物・構築物ごとの標的面積を示す。

第3-5表に示すとおり、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を対象とした場合に標的面積が最大となり、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている施設の標的面積 0.031  $\text{k m}^2$  に建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない施設の標的面積 0.012  $\text{k m}^2$  を加えて 0.043  $\text{k m}^2$  となる。



#### (5) 再処理施設への航空機落下確率

計器飛行方式民間航空機及び自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率の総和は、 $4.5 \times 10^{-8}$  (回/年) となり、防護設計の判断基準である  $10^{-7}$  (回/年) を超えないことから、追加の防護設計は必要ない。

なお、対象となる全ての建物・構築物の面積を合算した面積としては、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計として  
いる再処理施設の面積 $0.058 \text{ k m}^2$ に建物全体を外壁及び屋根  
により保護する設計としていない再処理施設の面積 $0.024 \text{ k m}^2$   
を加えて、計 $0.082 \text{ k m}^2$ となる。これらを標的面積として、  
再処理施設への航空機落下確率について参考として評価を  
実施した結果、航空機落下確率の総和は、 $8.8 \times 10^{-8}$  (回/年)  
となる。

#### (6) まとめ

上記のとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、航空機落下に対する適合の基本方針に変更はなく、航空機落下確率の  
評価に伴う追加の防護設計の判断結果についても変更はない。

第3-3表 安全機能の維持に必要な安全上重要な施設の選定結果

建物・構築物	各建屋に収容する安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物							
	非常用所内電源系統		安全圧縮空気系	主排気筒	安全冷却水系			安全保護回路, 安全上重要な計測制御系
	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	再処理設備本体			使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用	再処理設備本体用	第2非常用ディーゼル発電機用	
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○				○			○
前処理建屋		○	○	○		○	○	○
分離建屋		○	○	○		○	○	○
精製建屋		○	○	○		○	○	○
ウラン脱硝建屋								○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋		○	○	○		○	○	○
ウラン酸化物貯蔵建屋								
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋		○					○	
高レベル廃液ガラス固化建屋		○	○	○		○	○	○
第1ガラス固化体貯蔵建屋								
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋								
ハル・エンドピース貯蔵建屋								
制御建屋		○					○	○
分析建屋								
非常用電源建屋		○					○	
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A	○				○			
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B	○				○			
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A		○				○	○	
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B		○				○	○	
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A		○					○	
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔B		○					○	
主排気筒				○				

第3-4表 安全上重要な施設に係る建物・構築物

安全上重要な施設		安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物
安全圧縮空気系		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 前処理建屋（圧縮空気設備）</li> <li>・ 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔</li> <li>・ 前処理建屋（地上部安全冷却水系配管等）</li> <li>・ 非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）</li> <li>・ 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔</li> </ul>
安全冷却水系	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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</li> <li>・ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（第1非常用ディーゼル発電機）</li> </ul>
	再処理設備本体用 安全冷却水系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔</li> <li>・ 前処理建屋（地上部安全冷却水系配管等）</li> <li>・ 非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）</li> <li>・ 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔</li> </ul>
	第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔</li> <li>・ 非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）</li> </ul>
非常用所内電源系統	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（第1非常用ディーゼル発電機）</li> <li>・ 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</li> </ul>
	再処理設備本体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）</li> <li>・ 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔</li> </ul>
主排気筒		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 分離建屋，精製建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋（地上部ダクト）</li> <li>・ 主排気筒</li> </ul>
安全保護回路，安全上重要な計測制御系	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋</li> </ul>
	再処理設備本体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 制御建屋</li> </ul>

第3-5表 再処理施設の標的面積

建物・構築物※ <sup>4</sup>	安全機能の維持に必要な建物・構築物※ <sup>4</sup>	標的面積※ <sup>1</sup> A (km <sup>2</sup> )
使用済燃料受入れ・ 貯蔵建屋 【9400】	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A, B	0.016 A1:0.010 A2:0.006
前処理建屋【6000】 LPG ボンベユニット 【40】 <u>地上部安全冷却水系配管等</u> ※ <sup>2</sup> 【770】	分離建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	<u>0.039</u> A1: <u>0.027</u> A2: <u>0.012</u>
分離建屋【5700】 地上部ダクト※ <sup>2</sup> 【710】	前処理建屋, LPG ボンベユニット(前処理建屋), <u>地上部安全冷却水系配管等</u> (前処理建屋), 精製建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	<u>0.039</u> A1: <u>0.027</u> A2: <u>0.012</u>
精製建屋【6500】 地上部ダクト※ <sup>2</sup> 【300】	前処理建屋, <u>地上部安全冷却水系配管等</u> (前処理建屋), 分離建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	<u>0.039</u> A1: <u>0.027</u> A2: <u>0.012</u>
ウラン脱硝建屋 【1500】	制御建屋	0.005 A1:0.005 A2: -
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 【4000】	前処理建屋, <u>地上部安全冷却水系配管等</u> (前処理建屋), 分離建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	<u>0.043</u> A1: <u>0.031</u> A2: <u>0.012</u>
ウラン酸化物貯蔵建屋 【2700】	(該当なし)	0.003 A1:0.003 A2: -
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 【2700】	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋, 非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.012 A1:0.007 A2:0.005
高レベル廃液ガラス固化建屋 【5100】 地上部ダクト※ <sup>2</sup> 【150】	前処理建屋, LPG ボンベユニット(前処理建屋), <u>地上部安全冷却水系配管等</u> (前処理建屋), 分離建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(精製建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	<u>0.039</u> A1: <u>0.027</u> A2: <u>0.012</u>

(つづき)

建物・構築物※ <sup>4</sup>	安全機能の維持に必要な建物・構築物※ <sup>4</sup>	標的面積※ <sup>1</sup> A ( $\text{km}^2$ )
第1ガラス固化体貯蔵建屋【5700】	(該当なし)	0.006 A1: - A2: 0.006
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋【3500】	(該当なし)	0.004 A1: 0.004 A2: -
ハル・エンドピース貯蔵建屋【2200】	(該当なし)	0.003 A1: 0.003 A2: -
制御建屋【2900】	非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B	0.008 A1: 0.003 A2: 0.005
分析建屋【4900】	(該当なし)	0.005 A1: 0.005 A2: -
非常用電源建屋【1200】	第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B	0.005 A1: - A2: 0.005
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 A※ <sup>2</sup> 【2200】	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	0.013 A1: 0.010 A2: 0.003
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 B※ <sup>2</sup> 【3500】	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	0.014 A1: 0.010 A2: 0.004
再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A※ <sup>2</sup> 【1700】	前処理建屋, 地上部安全冷却水系配管等(前処理建屋), 非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B	0.012 A1: 0.006 A2: 0.006
再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 B※ <sup>2</sup> 【1700】	非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B	0.006 A1: - A2: 0.006
第2非常用ディーゼル発電機用安全冷却水系冷却塔 A※ <sup>2</sup> 【1500】	非常用電源建屋	0.003 A1: - A2: 0.003
第2非常用ディーゼル発電機用安全冷却水系冷却塔 B※ <sup>2</sup> 【1500】	非常用電源建屋	0.003 A1: - A2: 0.003
主排気筒※ <sup>2,3</sup> 【2200】	分離建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋)	<u>0.022</u> A1: <u>0.018</u> A2: 0.004

- ※<sup>1</sup> A1: 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物の面積  
A2: 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物の面積
- ※<sup>2</sup> 竜巻防護対策設備を含む。
- ※<sup>3</sup> 主排気筒管理建屋及び地上部ダクトを含む。
- ※<sup>4</sup> 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物を斜体で示す。
- ※<sup>5</sup> 地上部ダクトの支持構造物となる建物・構築物  
【 】内の値はそれぞれの建物・構築物の面積( $\text{m}^2$ )を示す。

3.2.5 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置  
変更に係る第 9 条（落雷）への適合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（落雷）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 設計方針

落雷に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、落雷に対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 2 防護対象施設

落雷に対する防護対象施設は、落雷による影響と再処理施設の特徴を踏まえ、直撃雷と間接雷に対してそれぞれ選定している。

① 直撃雷に対する防護対象施設

直撃雷に対しては、建築基準法又は消防法の適用を受ける建物、構築物及び安全上重要な施設を防護対象施設としている。

冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、直撃雷に対する防護対象施設として選定する（第 3 - 6 表参照）。

② 間接雷に対する防護対象施設

間接雷に対しては、建屋間を取り合う計測制御系統施設、電気設備、放射線監視設備及び火災防護設備を防護対象施設とし

ている。冷却塔 A に係る計測制御系統施設は建屋間を取り合うため、間接雷に対する防護対象施設として選定する（第 3 - 7 表参照）。

#### (2) - 3 想定する落雷の規模

防護対象施設のうち建屋間を取り合う安全上重要な計測制御系統施設、電気設備及び放射線監視設備の耐雷設計においては、敷地及び敷地周辺で過去に観測された最大のものを参考とし、主排気筒への雷撃電流 270 k A の落雷を想定することとしている。

冷却塔 A に係る安全上重要な計測制御系統施設等については想定雷撃電流を 270 k A とし、安全機能を損なわない設計とする。

#### (2) - 4 耐雷設計

##### ①直撃雷の防止設計

直撃雷に対する防護対象施設は、「原子力発電所の耐雷指針」(J E A G 4 6 0 8)、建築基準法及び消防法に基づき、日本産業規格に準拠した避雷設備を設置する設計としている。また、安全上重要な施設を内包する建屋及び安全上重要な構築物は、避雷設備を設ける設計としている。各々の防護対象施設に設置する避雷設備は、構内接地系と接続することにより、接地抵抗の低減及び雷撃に伴う構内接地系の電位分布の平坦化を図る設計としている。

冷却塔 A も直撃雷に対する防護対象施設となるため、避雷設備の設置対象とする（第 3 - 8 表参照）。

##### ②間接雷による雷サージ抑制設計

a. 接地設計

各接地系の接続による構内接地系の電位分布の平坦化を図り，接地抵抗値を  $3\ \Omega$  以下と設計としている。

冷却塔 A の接地設計においても接地抵抗値が  $3\ \Omega$  以下となるように設計する。

b. 雷サージの影響阻止設計

防護対象施設のうち安全上重要な施設とアナログ信号を取り合う計測制御系統施設に対しては，雷撃電流  $270\ \text{kA}$  の落雷による構内接地系の電位上昇  $3.0\ \text{kV}$  を踏まえ，安全機能を損なわないよう， $3.0\ \text{kV}$  以上の雷インパルス絶縁耐力を有する又は絶縁耐力  $5.0\ \text{kV}$  以上の保安器を設置する設計としている。また，防護対象施設のうち安全上重要な施設とデジタル信号を取り合う計測制御系統施設については，雷撃電流  $270\ \text{kA}$  の落雷による構内接地系の電位上昇  $3.0\ \text{kV}$  を踏まえ，安全機能を損なわないよう，シールドケーブルを使用した上で両端接地とするか又は光伝送ケーブルを用いる設計としている。

防護対象施設の電気設備のうち安全上重要な施設については，雷撃電流  $270\ \text{kA}$  の落雷によって生じる構内接地系の電位上昇に対して安全機能を損なわないよう， $3.0\ \text{kV}$  以上の雷インパルス絶縁耐力を有する設計としている。

冷却塔 A に接続する電気設備（給電系統）は，安全上重要な施設になるため， $3.0\ \text{kV}$  以上の雷インパルス絶縁耐力を有する設計とする。



(3) まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，落雷に対する適合の基本方針に変更はなく，冷却塔 A の設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，落雷に対して安全機能を損なわない設計とする。

第3-6表 直撃雷に対する防護対象施設一覧

建物及び構築物	対象		
	安	建	消
使用済燃料輸送容器管理建屋	—	○	—
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○	—
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	—	—	—
前処理建屋	○	○	—
分離建屋	○	○	○
精製建屋	○	○	○
ウラン脱硝建屋	○	○	—
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	—	—
ウラン酸化物貯蔵建屋	○	—	—
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	—	—
高レベル廃液ガラス固化建屋	○	○	—
第1ガラス固化体貯蔵建屋	○	○	—
低レベル廃液処理建屋	—	○	—
低レベル廃棄物処理建屋	—	○	○
チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋	○	○	—
ハル・エンド ピース貯蔵建屋	○	○	—
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
第4低レベル廃棄物貯蔵建屋	—	—	—
分析建屋	○	○	—
制御建屋	○	—	—
非常用電源建屋	○	—	○
主排気筒管理建屋	○	—	—
北換気筒管理建屋	—	—	—
緊急時対策所	—	—	—
第1保管庫・貯水所	—	—	—
第2保管庫・貯水所	—	—	—
出入管理建屋	—	○	—
主排気筒	○	○	—
北換気筒	—	○	—
低レベル廃棄物処理建屋換気筒	—	○	—
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	○	—	—
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔	○	—	—
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔	○	—	—

<凡例>

安： 全上重要な施設に設置を当該内受ける包するたため対象となるもの  
 建： 建築基準法の対象となるもの  
 消： 消防防護対象となるもの  
 ○： 防護対象となるもの  
 —： 防護対象とならないもの



安重の有無

- ：防護対象に安全上重要な計測制御系統施設，電気設備又は放射線監視設備があるもの
- －：防護対象に安全上重要な計測制御系統施設，電気設備又は放射線監視設備がないもの

第3－8表 避雷設備の設置対象一覧

建物及び構築物	避雷設備	接地網
使用済燃料輸送容器管理建屋	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	×	○
前処理建屋	△	○
分離建屋	△	○
精製建屋	○	○
ウラン脱硝建屋	○	○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	○
ウラン酸化物貯蔵建屋	○	○
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	○
高レベル廃液ガラス固化建屋	△	○
第1ガラス固化体貯蔵建屋	○	○
低レベル廃液処理建屋	○	○
低レベル廃棄物処理建屋	○	○
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	○	○
ハル・エンドピース貯蔵建屋	○	○
第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
第4低レベル廃棄物貯蔵建屋	×	○
分析建屋	○	○
制御建屋	○	○
非常用電源建屋	○	○
主排気筒管理建屋	△	○
北換気筒管理建屋	×	○
緊急時対策所	×	○
第1保管庫・貯水所	×	○
第2保管庫・貯水所	×	○
出入管理建屋	○	○
主排気筒	○	○
北換気筒	○	○
低レベル廃棄物処理建屋換気筒	○	○
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A	○※	○
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B	△	○
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A	○※	○

再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B	△※	○
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A	○※	○
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B	○※	○

<凡例>

- ：避雷設備（突針，棟上導体）又は接地網を設置
- △：周辺の避雷設備の保護範囲に入るため，一部又は全部が設置対象外
- ×：避雷設備（突針，棟上導体）又は接地網の設置対象外
- ※ 安全冷却水系冷却塔を覆う竜巻防護対策設備（飛来物防護ネット）に避雷設備を設置する。

3. 2. 6 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更に係る第 9 条（竜巻）への適合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（竜巻）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 設計方針

竜巻に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、竜巻に対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 2 設計対象施設

安全機能を有する施設のうち、安全上重要な施設を竜巻防護施設とし、竜巻による風圧力、気圧差及び飛来物に対する設計対象施設として選定する。冷却塔 A 及び冷却塔 A に接続する屋外設備は安全上重要な施設とするため、これらを屋外の竜巻防護施設として設計対象施設に選定する。

屋外の竜巻防護施設を以下に示す。

- (a) 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
- (b) 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔
- (c) 冷却塔 A に接続する屋外設備
- (d) 第 2 非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔

- (e) 主排気筒
- (f) ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備
- (g) 高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備
- (h) 前処理建屋換気設備
- (i) 分離建屋換気設備
- (j) 精製建屋換気設備
- (k) ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備
- (l) 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備

なお、(e)～(k)を合わせて「主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクト」という。

## (2) - 3 設計竜巻及び設計荷重（竜巻）について

日本で過去に発生した竜巻による最大風速  $V_{B1} = 92 \text{ m/s}$  及び竜巻検討地域を対象に算定した竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速  $V_{B2} = 49 \text{ m/s}$  より、再処理施設における基準竜巻の最大風速  $V_B$  は  $92 \text{ m/s}$  とする。再処理施設の竜巻に対する設計に当たっては、蓄積されている知見の少なさといった不確定要素を考慮し、設計及び運用に安全余裕を持たせるために、設計竜巻の最大風速を  $100 \text{ m/s}$  とする。

設計対象施設の設計に用いる設計竜巻荷重は、竜巻ガイドを参考に風圧力による荷重 ( $W_w$ )、気圧差による荷重 ( $W_p$ ) 及び設計飛来物による荷重 ( $W_M$ ) を組み合わせた複合荷重とし、これに設計対象施設に常時作用する荷重、運転時荷重及び竜巻以外の自然現象による荷重を組み合わせて設計荷重（竜

巻) とする。

冷却塔 A 及び冷却塔 A に接続する屋外設備は、設計荷重（竜巻）を作用させ、許容限界に対して安全余裕を有することを確認する。

#### (2) - 4 竜巻防護設計（屋外の竜巻防護施設）

屋外の竜巻防護施設は、設計荷重（竜巻）による影響を受ける場合には、竜巻防護対策を実施することにより安全機能を損なわない設計とする。

竜巻防護施設及び防護対策等を第 3 - 9 表に示す。

##### ① 再処理施設本体用安全冷却水系冷却塔

再処理設備本体用 安全冷却水系は、独立した 2 系列の冷却塔、冷却水循環ポンプ及び配管系により構成する。

再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔は、風圧力による荷重及び冷却塔の自重に対して構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

その上で、2 系列の冷却塔に対して、飛来物防護ネット及び飛来物防護板を設置し、飛来物の衝突による損傷を防止することによって、安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A においても、風圧力による荷重及び冷却塔の自重に対して構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計するとともに、飛来物防護ネット及び飛来物防護板を設置し、飛来物の衝突による損傷を防止することによって、安全機能を損なわない設計とする。

##### ② 冷却塔 A に接続する屋外設備

冷却塔 A に接続する屋外設備は、設計荷重（竜巻）に対して



構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とする。また、冷却塔 A に接続する屋外設備は、飛来物の衝突による貫通を防止することができるように、それ自体が十分な厚さを有する配管又は鋼板で構成し、安全機能を損なわない設計とすること、又は設計飛来物の衝突により損傷するおそれがある箇所については、飛来物防護板を設置することによって安全機能を損なわない設計とする。

#### (2) - 5 竜巻防護対策設備

竜巻防護対策設備は、竜巻が襲来した場合において竜巻防護施設を設計飛来物の衝突から防護するためのものであり、飛来物防護板及び飛来物防護ネットで構成する。

冷却塔 A 及び冷却塔 A に接続する屋外設備についても、設計飛来物の衝突から防護するため、必要な箇所に竜巻防護対策設備を設置する。

竜巻防護対策設備の仕様を第 3 - 10 表に、配置図を第 6 図に示す。

#### (3) まとめ

上記のとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、竜巻に対する適合の基本方針に変更はなく、冷却塔 A の設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい、竜巻に対して安全機能を損なわない設計とする。

第 3 - 9 表 竜巻防護施設及び防護対策等

竜巻防護施設	竜巻の最大風速条件	想定する設計飛来物	飛来物対策	防護対策
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	100 m / s	鋼製材 鋼製パイプ	固縛又 は車退 のの飛 等物発 生防止	飛来物防護ネット及び飛来物防護板
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔				飛来物防護ネット及び飛来物防護板
冷却塔 A に接続する屋外設備				設計飛来物に対して貫通しない十分な厚さを有する設計 損傷するおそれがある箇所への飛来物防護板設置
第 2 非常用ディーゼル発電機用安全冷却水系冷却塔				飛来物防護ネット及び飛来物防護板
主排気筒				設計飛来物に対して貫通しない十分な厚さを有する設計
主排気筒の排気筒モニタ				排気筒モニタ並びに主排気筒管理建屋外壁及び屋根への飛来物防護板設置
非常用所内電源系統 第 2 非常用ディーゼル発電機				非常用電源建屋外壁への飛来物防護板設置
前処理建屋の安全蒸気系				室の外壁, 屋根及び開口部への飛来物防護板設置

<p>前処理建屋の非常用所内電源系統及び計測制御系統施設  精製建屋の非常用所内電源系統及び計測制御系統施設  高レベル廃液ガラス固化建屋の非常用所内電源系統, 計測制御系統施設及び安全冷却水系  非常用電源建屋の非常用所内電源系統  制御建屋中央制御室換気設備</p>				<p>室の開口部への飛来物防護板設置</p>
<p>第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンの遮蔽容器</p>				<p>室の外壁への飛来物防護板設置(第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンの遮蔽容器が設置される室のみ)</p>

第3-9表 竜巻防護施設及び防護対策等（つづき）

竜巻防護施設	竜巻の最大風速条件	想定する設計飛来物	飛来物対策	防護対策
せん断処理・溶解廃ガス処理設備 前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備 分離建屋塔槽類廃ガス処理設備 精製建屋塔槽類廃ガス処理設備 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備 高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備 高レベル廃液ガラス固化廃ガス処理設備 前処理建屋換気設備の排気系 分離建屋換気設備の排気系 精製建屋換気設備の排気系 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋換気設備の排気系 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋換気設備の貯蔵室からの排気系 高レベル廃液ガラス固化建屋換気設備の排気系	100 m / s	鋼製材 鋼製パイプ	固縛又は退飛生 車両のの発 避等物 来物 防止	気圧差荷重に対して健全性を維持できる十分な強度を有する設計 主排気筒に接続する屋外ダクトへの飛来物防護板設置

ガラス固化体貯蔵設備の収納管 制御建屋中央制御室換気設備				
---------------------------------	--	--	--	--

第 3 - 10 表 竜巻防護対策設備の仕様

( 1 ) 飛来物防護板

a . 前処理建屋の安全蒸気系設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	1 式
材 料	鋼材又は鉄筋コンクリート*

b . 前処理建屋の非常用所内電源系統及び計測制御系統施設設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	3 式
材 料	鋼材又は鉄筋コンクリート*

c . 精製建屋の非常用所内電源系統及び計測制御系統施設設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	2 式
材 料	鋼材又は鉄筋コンクリート*

d . 高レベル廃液ガラス固化建屋の非常用所内電源系統、計測制御系統施設及び安全冷却水系設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	3 式
材 料	鋼材又は鉄筋コンクリート*

e . 非常用電源建屋の第 2 非常用ディーゼル発電機及び非常用所内電源系統設置室の飛来物防護板

種 類	防護板
基 数	4 式

材 料 鋼材又は鉄筋コンクリート\*

f. 第1 ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンの遮蔽容器設置  
室の飛来物防護板

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材又は鉄筋コンクリート\*

g. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板  
(主排気筒周り)

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材

h. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板  
(分離建屋屋外)

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材

i. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板  
(精製建屋屋外)

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材

j. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板  
(高レベル廃液ガラス固化建屋屋外)

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材

k . 制御建屋中央制御室換気設備設置室の飛来物防護板

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材又は鉄筋コンクリート\*

1 . 冷却塔 A に接続する屋外設備の飛来物防護板

種 類 防護板

基 数 1 式

材 料 鋼材

注) \*印の材料は、開口部周辺の設計条件を考慮して適切なもの  
を選定する。

(2) 飛来物防護ネット

a . 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  
塔の飛来物防護ネット\* (一部、飛来物防護板)

種 類 防護ネット

基 数 2 式

主要材料 鋼線 (ネット)

鋼材 (支持架構)

種 類 防護板

基 数 2 式

材 料 鋼材



b. 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔の飛来物防護ネット

(一部, 飛来物防護板)

種 類 防護ネット

基 数 2 式

主要材料 鋼線 (ネット)

鋼材 (支持架構)

種 類 防護板

基 数 2 式

材 料 鋼材

c. 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔の飛来物防護ネット (一部, 飛来物防護板)

種 類 防護ネット

基 数 2 式

主要材料 鋼線 (ネット)

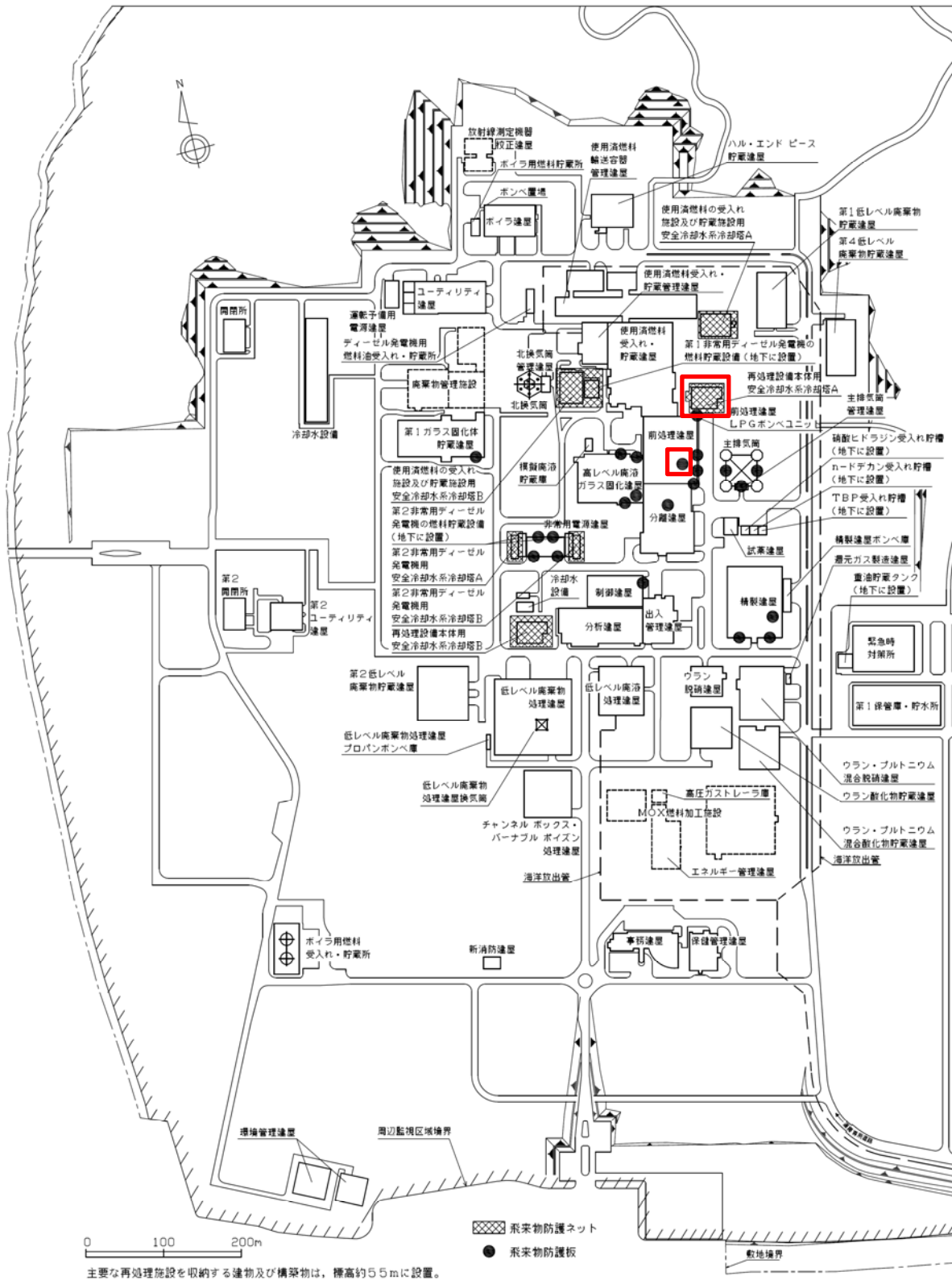
鋼材 (支持架構)

種 類 防護板

基 数 2 式

材 料 鋼材

注) \*印の設備は, 使用済燃料の受入れ及び貯蔵に係る設備である。



第6図 竜巻防護対策設備配置図

3.2.7 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置  
変更に係る第 9 条（その他外部衝撃）への適合性につ  
いて

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 9 条（その他外部衝撃）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 設計方針

その他外部衝撃に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、その他外部衝撃に対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 2 防護対象施設

その他外部衝撃に対する防護対象施設（以下「外部事象防護対象施設」という。）は、安全評価上その機能を期待する構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設としている。

冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、外部事象防護施設として選定する。

## (2) - 3 再処理施設の設計において考慮する自然現象

再処理施設において設計上の考慮を必要とする事象は、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、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ことにより、安全機能を損なわない設計としている。

冷却塔 A についても、これらの自然現象に対して安全機能を損なわない設計とする。

## (2) - 4 自然現象に対する安全設計

### (ア) 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41.7 m/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。建築基準法に基づき算出する風荷重は、設計竜巻の最大風速（100 m/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。

冷却塔 A も外部事象防護対象施設とするため、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。

## (イ) 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 $-22.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (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 $-15.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1953年1月3日)である。

外部事象防護対象施設の設計に当たっては、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、保温等の凍結防止対策を行うことにより、設計外気温 $-15.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ に対して安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔Aも外部事象防護対象施設とするため、設計外気温 $-15.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ に対して安全機能を損なわない設計とする。

## (ウ) 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 $34.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (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 $37.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (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し、外部事象防護対象施設の設計においては、むつ特別地域気象観測所の夏季(6月～9月)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 $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ を設計外気温とし、崩壊熱除去等の安全機能を損なわない設計とする。

冷却塔 A も外部事象防護対象施設とするため，29℃を設計外気温とし，崩壊熱除去の安全機能を損なわない設計とする。

#### (エ) 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の設計に当たっては，八戸特別地域気象観測所で観測された日最大1時間降水量67.0mm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」と同様に，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。

冷却塔 A も外部事象防護対象施設とするため，前述のとおり  
の敷地内の排水設計を行うことで，安全機能を損なわない  
設計とする。

#### (オ) 積 雪

建築基準法施行令第86条に基づく六ヶ所村の垂直積雪量は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、六ヶ所村統計書における記録（1975年～2002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、六ヶ所村統計書における最深積雪深である190 c mを考慮し、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とするとともに、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。

冷却塔Aも外部事象防護対象施設とするため、190 c mの積雪を考慮し、安全機能を損なわない設計とする。

#### (カ) 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。

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。

冷却塔 A は屋外に設置されているが、系統内への生物の取り込みが問題になることはないため、これらの生物により安全機能を損なうことはない。

#### (キ) 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 5 km 離れており、塩害の影響は小さいと考えられるが、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粒子フィルタ等を設置し、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。屋外の施設にあっては、塗装すること及び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。

冷却塔 A は屋外の施設であるため、塗装すること及び腐食し難い金属を用いることにより腐食を防止し、安全機能を損



なわれない設計とする。

(2) - 5 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、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。

また、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外部事象防護対象施設の安全機能を損なわれ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変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。

冷却塔 A も外部事象防護対象施設となるため，上記 6 通りの自然現象の組み合わせに対して安全機能を損なわない設計とする。

## (2) - 6 再処理施設の設計において考慮する人為事象

再処理施設において設計上の考慮を必要とする人為事象は，航空機落下，爆発，近隣工場等の火災，有毒ガス及び電磁的障害といった事象とし，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。

冷却塔 A についても，これらの人為事象に対して安全機能を損なわない設計とする。

## (2) - 7 人為事象に対する安全設計

### (ア) 有毒ガス

有毒ガスについては，再処理施設周辺の可動施設から発生する有毒ガスを想定し，制御建屋 中央制御室換気設備の外気との連絡口を遮断することにより，中央制御室の居住性を損なわない設計とする。

冷却塔 A 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。

### (イ) 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。

冷却塔 A には、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設備及び安全保護回路はない。

### (3) まとめ

上記のとおり、冷却塔 A の設置位置の変更によって、その他外部衝撃に対する適合の基本方針に変更はなく、冷却塔 A の設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい、その他外部衝撃に対して安全機能を損なわない設計とする。

3.2.8 再処理設備本体用安全冷却水 A 冷却塔の設置位置変更に係る第 11 条（溢水による損傷の防止）への適合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水 A 冷却塔（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 11 条（溢水による損傷の防止）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 設計方針

溢水に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、溢水に対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 2 溢水防護対象設備

溢水に対する防護対象施設は、溢水による影響と再処理施設の特徴を踏まえ選定している。

冷却塔 A に関係する安全上重要な施設は、屋外と屋内に設置する以下のものである。

これらを溢水防護対象設備とする。

- ・ 屋外に設置する安全上重要な施設

（冷却塔 A）

- ・ 屋内に設置する安全上重要な施設

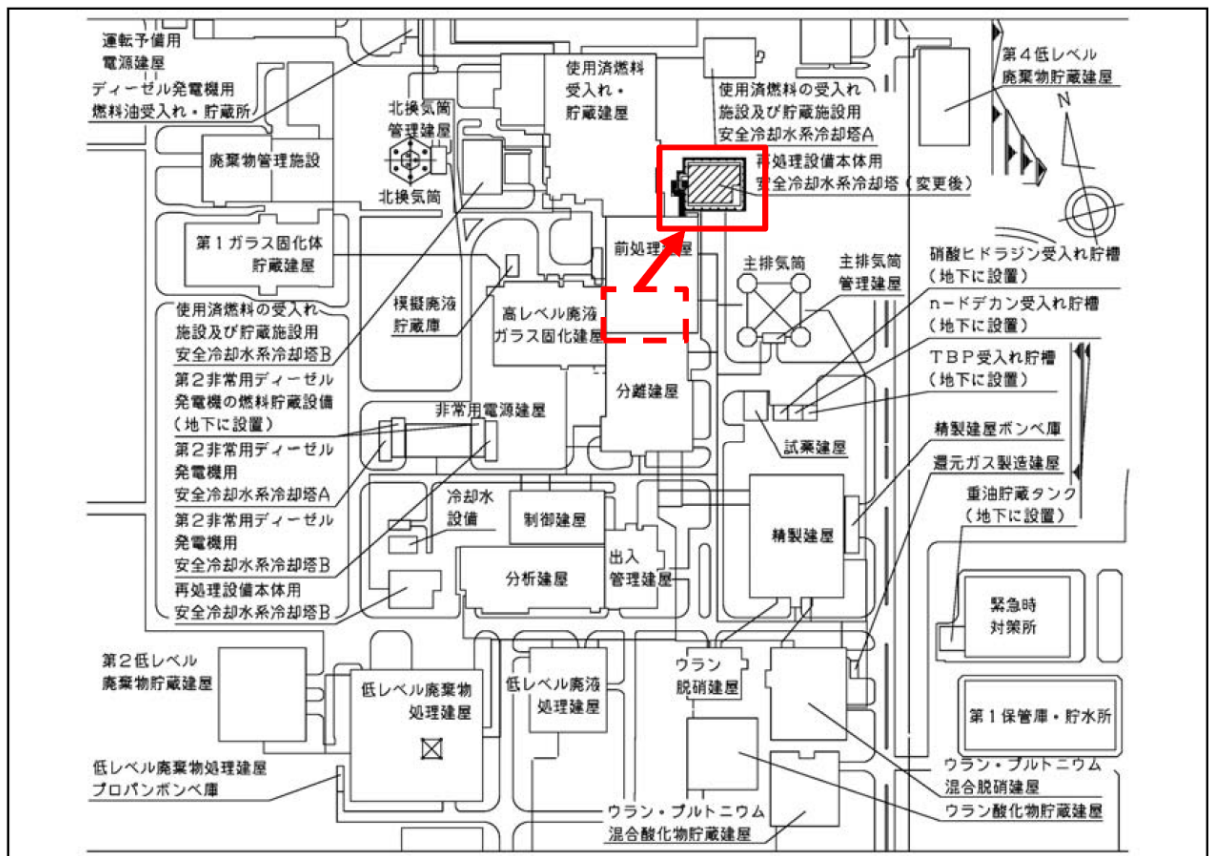
（ポンプ，メタクラ，非常用コントロールセンタ，非常用パワーセンタ）

① 屋外に設置する溢水防護対象設備に対する防護設計

屋外に設置する溢水防護対象設備を第3-9表に、配置図を第7図に示す。

第3-9表 屋外の溢水防護対象設備

系統名	溢水防護対象設備	建屋名
安全冷却水系	冷却塔A	屋外

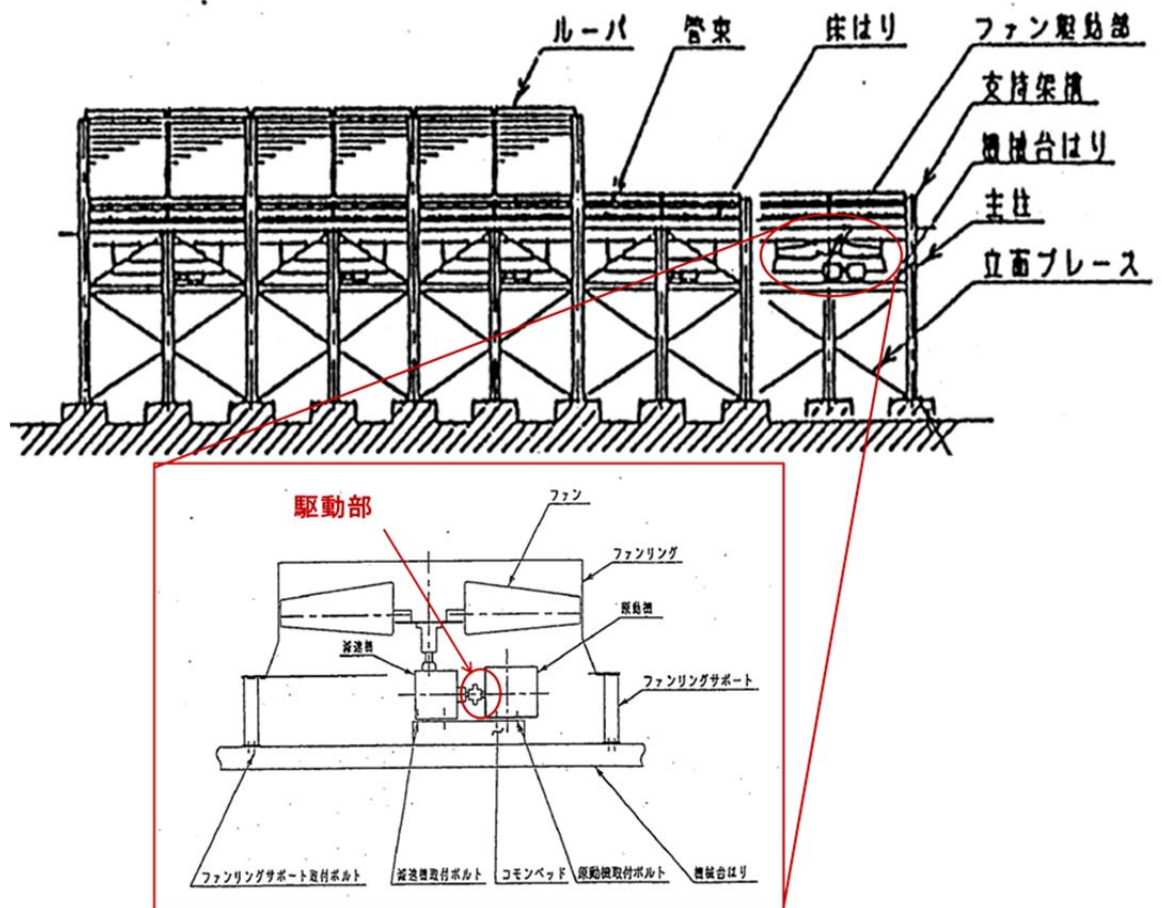


第7図 冷却塔Aの配置図

屋外に設置する溢水防護対象設備に関して溢水の影響の評価を以下に示す。

冷却塔 A は屋外に設置されている設備であり，降水等の溢水を考慮した設計がなされており，安全機能を損なうおそれはないことから，影響評価対象とする溢水防護対象設備の対象外としている。

第 8 図に冷却塔 A の主要な駆動部の防滴構造の概要図を示す。



第 6 回設工認申請資料より引用

第 8 図 冷却塔 A の主要な駆動部の防滴構造の概要図

※：電動機の駆動部については，旧 JIS 規格の「JIS C 4004 回転電気機械通則」で定められた保護等級（JPW44）

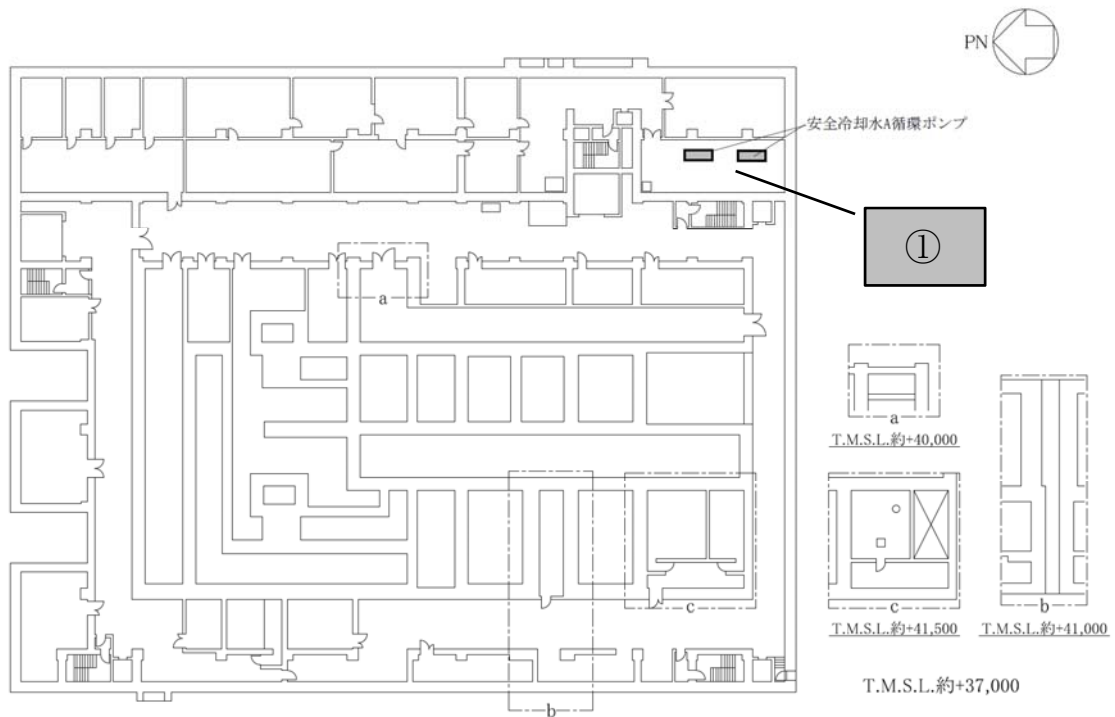
を有しており、いかなる方向からの水滴によっても有害な影響を受けない構造となっている。なお、JPW44は、JIS規格の「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPx4)」相当の防滴性能を有している。

② 屋内に設置する溢水防護対象設備に対する防護設計

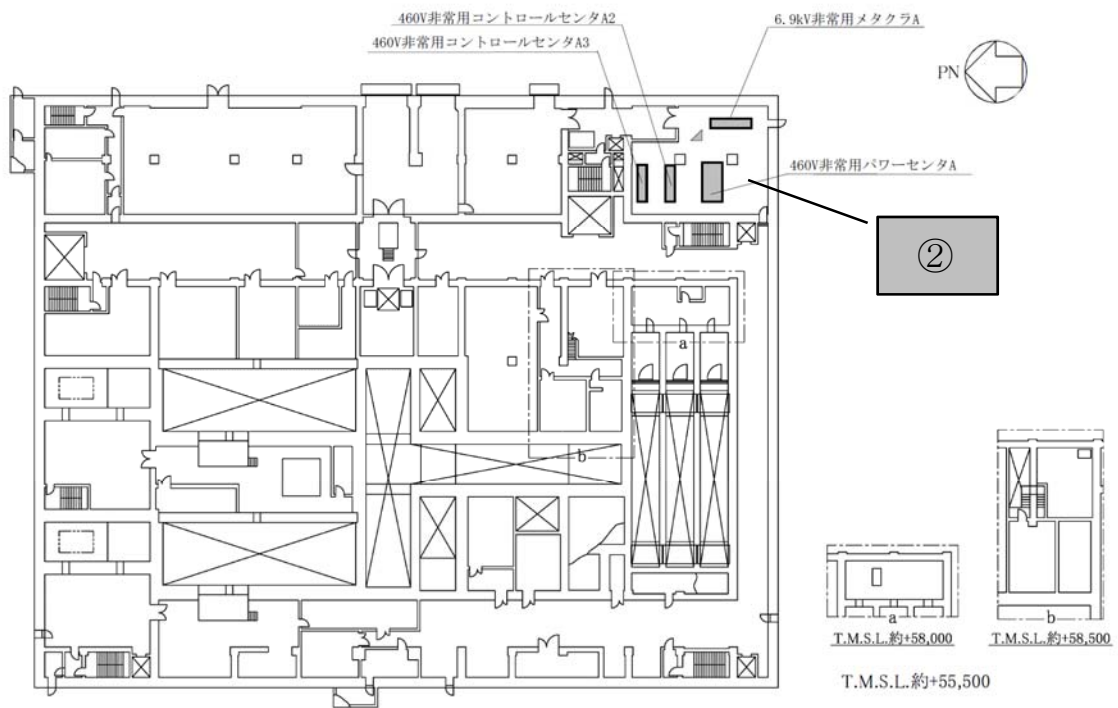
冷却塔 A に関係する溢水防護建屋内にある溢水防護対象設備を第 3 - 1 0 表に、配置図を第 9 図に示す。

第 3 - 1 0 表 屋内に設置する溢水防護対象設備

系統名	溢水防護対象設備	建屋名	機能喪失高さ (m)	設置区画
安全冷却水系	安全冷却水 A 循環ポンプ A	前処理建屋	0.76	①
	安全冷却水 A 循環ポンプ B		0.76	
前処理建屋の電気設備	6.9kV 非常用メタクラ A	前処理建屋	0.02	②
	460V 非常用コントロールセンタ A 2		0.09	
	460V 非常用コントロールセンタ A 3		0.09	
	460V 非常用パワーセンタ A		0.09	



第 9 図 屋内の溢水防護対象設備の配置図 ( 1 / 2 )



第 9 図 屋内の溢水防護対象設備の配置図 ( 2 / 2 )



第3-10表に示す溢水防護対象設備について、溢水の影響を評価する。

想定破損による溢水の影響評価方針としては、あらゆる箇所での溢水の発生を想定した上で、想定破損の溢水による溢水防護対象設備への溢水の影響の確認及び機能喪失の判定を実施する。多重性又は多様性を有する溢水防護対象設備の安全機能が同時に損なわれるおそれがある場合は、溢水経路に対する拡大防止対策、溢水防護対象設備に対する損傷防止対策又は溢水源に対する発生防止・影響緩和対策を組み合わせることで安全機能を損なわない設計とする。

地震による溢水の影響評価、消火水の放水による溢水の影響評価に関しても同様に行い、多重性又は多様性を有する溢水防護対象設備の安全機能が同時に損なわれるおそれがある場合は、溢水経路に対する拡大防止対策、溢水防護対象設備に対する損傷防止対策又は溢水源に対する発生防止・影響緩和対策を組み合わせることで安全機能を損なわない設計とする。

なお、11条の補足説明資料で、分離建屋を代表とした没水、被水及び蒸気影響評価の例を示しているが、冷却塔Aに関する前処理建屋内の溢水防護対象設備はポンプ、メタクラ及び非常用コントロールセンタについても、分離建屋の溢水防護対象設備と同様の影響評価が可能で、安全機能を損なうおそれのある場合の防護対策の選定が可能と考える。

(3) まとめ

2項に示すとおり，冷却塔Aの設置位置の変更によって，溢水に対する適合の基本方針に変更はなく，冷却塔Aの設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，溢水に対して安全機能を損なわない設計とする。

3.2.9 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置  
変更に係る第 12 条（化学薬品の漏えいによる損傷の  
防止）への適合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 12 条（化学薬品の漏えいによる損傷の防止）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 設計方針

化学薬品の漏えいに対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A は安全上重要な施設とするため、化学薬品の漏えいに対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 2 化学薬品防護対象設備

化学薬品の漏えいに対する防護対象施設は、化学薬品の漏えいによる影響と再処理施設の特徴を踏まえ選定している。

今回の冷却塔 A の設置位置の変更に関する安全上重要な施設は、屋外と屋内に設置する以下のものである。

これらを化学薬品防護対象設備とする。

- ・屋外に設置する安全上重要な施設

（冷却塔 A，配管）

- ・屋内に設置する安全上重要な施設

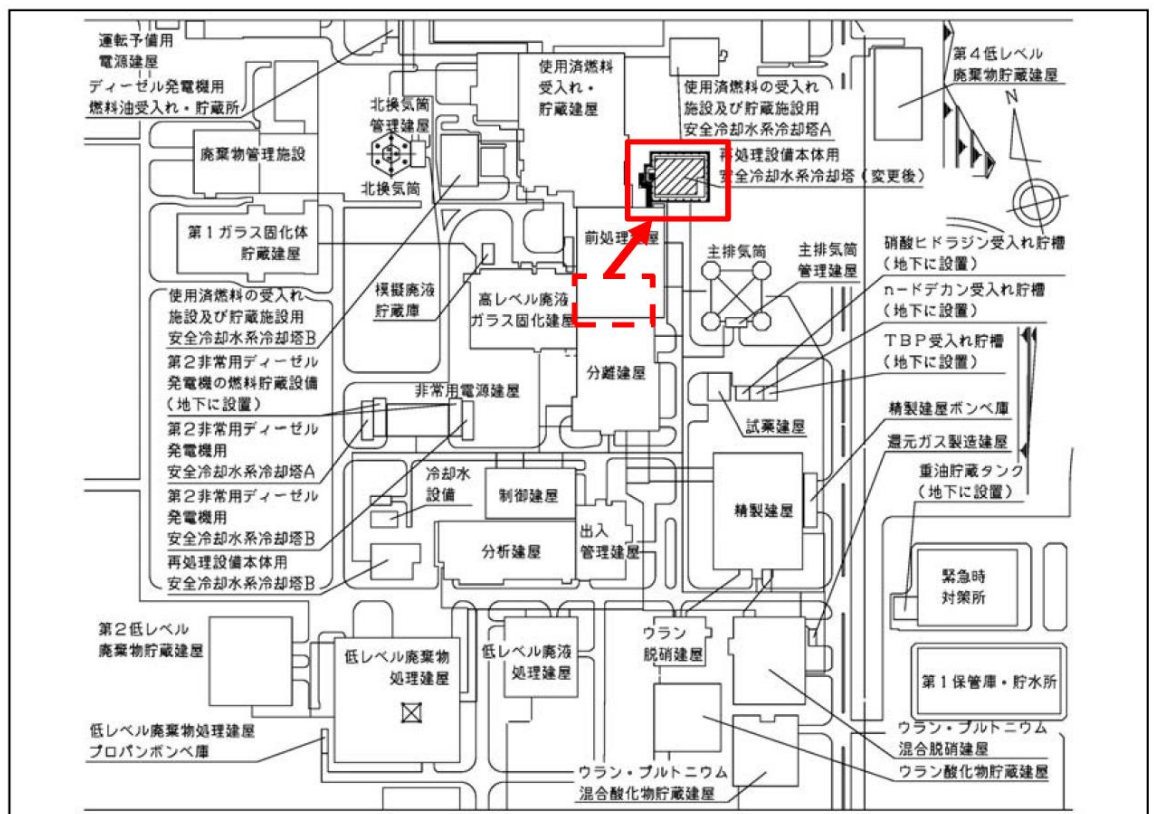
（ポンプ，メタクラ，非常用コントロールセンタ，  
非常用パワーセンタ）

① 屋外に設置する化学薬品防護対象設備に対する防護設計

屋外に設置する化学薬品防護対象設備を第3-11表に、配置図を第9図に示す。

第3-11表 屋外に設置する化学薬品防護対象設備

系統名	化学薬品防護対象設備	建屋名	構成部材
安全冷却水系	冷却塔A	屋外	炭素鋼（フレーム） FRP（ブレード） 鉄筋コンクリート基礎
	配管		炭素鋼



第9図 冷却塔Aの配置図

屋外に設置する化学薬品防護対象設備に関して化学薬品の漏えいの影響を評価するにあたり，再処理事業所内にある屋外タンク等を網羅的に抽出したが，検討対象となる化学薬品を保有するタンクは無く，屋外においては化学薬品の漏えいは発生しないことを確認した。このため，屋外に設置する化学薬品防護対象設備は化学薬品の漏えいによる影響を受けることはない。

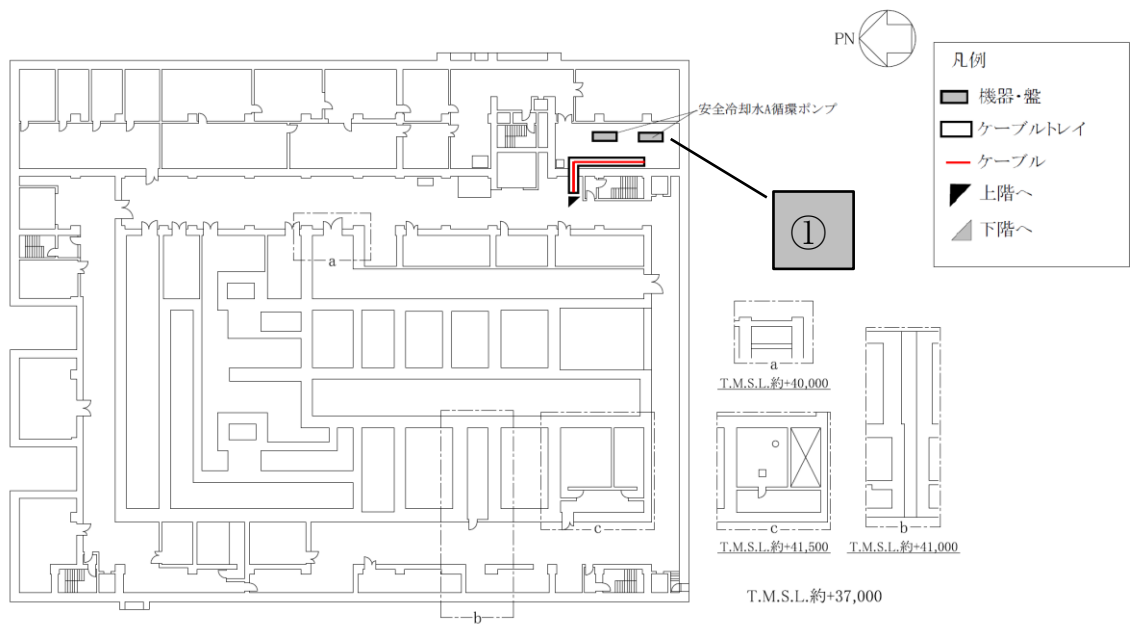
② 屋内に設置する化学薬品防護対象設備に対する防護設計

冷却塔 A に関係する化学薬品防護建屋内にある化学薬品防護対象設備を第 3 - 1 2 表に，配置図を第 1 0 図に示す。

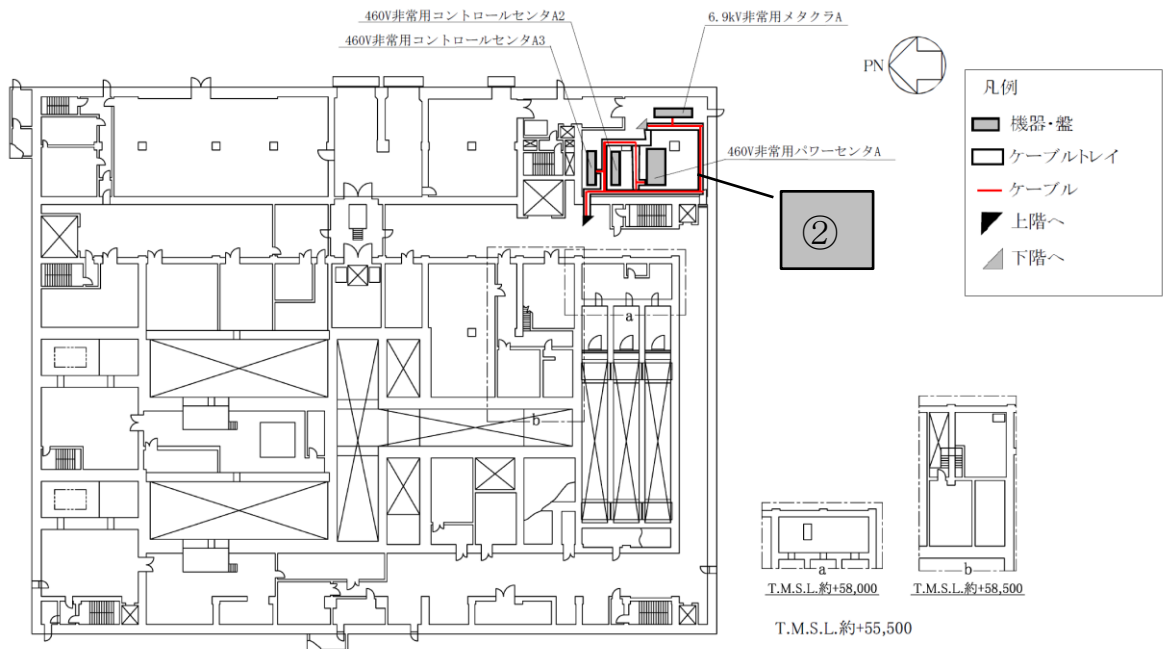
第 3 - 1 2 表 屋内に設置する化学薬品防護対象設備

系統名	化学薬品 防護対象設備	建屋名	構成部材	設置 区画	区画内の 化学薬品
安全冷却水系	安全冷却水 A 循環ポンプ A	前処理 建屋	炭素鋼 電子部品 プラスチック*	①	なし
	安全冷却水 A 循環ポンプ B				
前処理 建屋の 電気設備	6.9kV 非常用メタクラ A	前処理 建屋	炭素鋼 電子部品 プラスチック*	②	なし
	460V 非常用コントロールセンタ A 2		炭素鋼 電子部品 プラスチック*		
	460V 非常用コントロールセンタ A 3		炭素鋼 電子部品 プラスチック*		
	460V 非常用パワーセンタ A		炭素鋼 電子部品 プラスチック*		

\*プラスチック：設備に付属するケーブル



第 1 0 図 屋内の化学薬品防護対象設備の配置図 ( 1 / 2 )



第 1 0 図 屋内の化学薬品防護対象設備の配置図 ( 2 / 2 )

第3-12表に示す化学薬品防護対象設備について、化学薬品の漏えいの影響を評価する。

想定破損による評価方針としては、あらゆる箇所での化学薬品の漏えいの発生を想定した上で、想定破損の化学薬品の漏えいによる化学薬品防護対象設備への化学薬品の漏えいの影響の確認及び機能喪失の判定を実施する。多重性又は多様性を有する化学薬品防護対象設備の安全機能が同時に損なわれるおそれがある場合は、化学薬品の漏えい経路に対する拡大防止対策、化学薬品防護対象設備に対する損傷防止対策又は化学薬品の漏えい源に対する発生防止・影響緩和対策を組合せることで安全機能を損なわない設計とする。

地震による化学薬品の漏えいの評価に関しては、化学薬品の漏えいにおいては漏えい後に発生する影響を少なくする観点から、化学薬品防護建屋内における地震による化学薬品の漏えいに関しては、化学薬品の漏えい源の除外により化学薬品の漏えいの影響が発生しない設計とする。

### (3) まとめ

2項に示すとおり、冷却塔Aの設置位置の変更によって、化学薬品の漏えいに対する適合の基本方針に変更はなく、冷却塔Aの設計においても、これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい、化学薬品の漏えいに対して安全機能を損なわない設計とする。

3.2.10 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更に係る第 15 条（内部発生飛散物）への適合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 15 条（内部発生飛散物）への適合性について以下に示す。

(2) 適合性の変更点

(2) - 1 設計方針

内部発生飛散物に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管，安全上重要な施設に再度整理した安全冷却水 A 循環ポンプは安全上重要な施設とするため，内部発生飛散物に対して安全機能を損なわない設計とする。

(2) - 2 内部発生飛散物防護設備の選定

安全機能を有する施設のうち，内部発生飛散物によってその安全機能が損なわれないことを確認する施設を，全ての安全機能を有する構築物，系統及び機器とする。内部発生飛散物防護対象設備としては，安全評価上その機能を期待する構築物，系統及び機器を漏れなく抽出する観点から，安全上重要な構築物，系統及び機器を選定する。ただし，安全上重要



な構築物，系統及び機器のうち，通常運転時に内部発生飛散物の発生要因となる機器又は配管と同室に設置せず内部飛散物の発生によって安全機能を損なうおそれのないものは内部発生飛散物防護対象設備として選定しない。

安全冷却水 A 循環ポンプは，同室に 2 基設置されており，回転機器の損壊に起因して生じる飛散物（以下「回転機器の損壊による飛散物」という。）を発生要因として考慮することから，内部発生飛散物防護対象設備として選定する。

設置位置を変更する安全冷却水系冷却塔 A とそこへ設置する配管は，屋外に設置され，周囲に内部発生飛散物の発生要因となる機器がなく，内部飛散物の発生によって安全機能を損なうおそれがないことから，内部発生飛散物防護対象設備として選定しない。

## (2) - 3 内部発生飛散物に係る設計

安全冷却水 A 循環ポンプに対して内部発生飛散物の発生防止設計を行う。

### ①回転機器の損壊による飛散物の発生防止設計

内部発生飛散物防護対象設備と同室に設置する回転機器の損壊により内部発生飛散物防護対象設備の安全機能を損なうおそれがないよう，以下による飛散物の発生を防止し，安全機能を損なわない設計とする。

- a. 電力を駆動源とする回転機器は，誘導電動機による回転数を制御する機構を有することで，回転機器の過回転による回転羽根の損壊に伴う飛散物の発生を防止でき

る設計とする。

(3) まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，内部発生飛散物に対する適合の基本方針に変更はなく，内部発生飛散物の発生防止設計においても，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，内部発生飛散物に対して安全機能を損なわない設計とする。

3. 2. 1 1 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更に係る第 1 5 条（単一故障）への適合性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔 A（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 1 5 条（単一故障）への適合性について以下に示す。

(2) 適合性の変更点

(2) - 1 設計方針

単一故障に対する設計方針は以下の通り。

設置位置を変更する冷却塔 A 及び安全冷却水 A 循環ポンプは安全上重要な施設とするため、機械又は器具の単一故障が発生した場合においてもその機能が損なわれることのない設計とする。

(2) - 2 単一故障に係る設計

冷却塔 A 及び安全冷却水 A 循環ポンプは、機器又は器具の単一故障が発生した場合においてもその機能が損なわれることのないように再処理設備本体用安全冷却水系を多重化する設計を行う。

再処理設備本体用安全冷却水系は、冷却塔の単一故障に対し、異なる場所に冷却塔を 2 基配置し、安全冷却水循環ポン

プの単一故障に対し，系統毎にポンプ 2 台設置する設計とすることから，機器又は器具の単一故障によるその機能が損なわれることはない。

### (3) まとめ

上記のとおり，冷却塔 A の設置位置の変更によって，単一故障に対する適合の基本方針に変更はなく，再処理設備本体用安全冷却水系を多重化する設計とすることから，これまでに確認してきた適合の基本方針にしたがい，単一故障が発生した場合においてもその機能を損なわない設計とする。

3. 2. 1 2 再処理設備本体用安全冷却水 A 冷却塔の設置位置  
変更に係る第 7 条（地震による損傷の防止）への適合  
性について

(1) はじめに

再処理設備本体用安全冷却水 A 冷却塔（以下、「冷却塔 A」という。）の設置位置を変更することに係る第 7 条（地震による損傷の防止）への適合性について以下に示す。

(2) 規則への適合性

(2) - 1 耐震設計の基本方針

- (i) 安全機能を有する施設は、地震力に対して十分耐えることができる構造とする。
- (ii) 安全機能を有する施設は、地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の観点から、耐震設計上の重要度を S クラス、B クラス及び C クラスに分類し、それぞれの重要度に応じた地震力に十分耐えることができるように設計する。
- (iii) 安全機能を有する施設は、耐震設計上の重要度に応じた地震力が作用した場合においても当該安全機能を有する施設を十分に支持することができる地盤に設置する。
- (iv) S クラスの施設は、基準地震動による地震力に対してその安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

(2) - 2 波及的影響に係る設計方針

- (a) 敷地全体を網羅した調査及び検討の内容を含めて、以下に示す4つの観点について、波及的影響の評価に係る事象選定を行う。
- (イ) 設置地盤及び地震応答性状の相違に起因する相対変位又は不等沈下による影響
  - (ロ) 耐震重要施設と下位クラスの施設との接続部における相互影響
  - (ハ) 建屋内における下位クラスの施設の損傷、転倒、落下による耐震重要施設への影響
  - (ニ) 建屋外における下位クラスの施設の損傷、転倒、落下による耐震重要施設への影響
- (b) 各観点より選定した事象に対して波及的影響の評価を行い、波及的影響を考慮すべき施設を摘出する。
- (c) 波及的影響の評価に当たっては、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。
- (d) これら4つの観点以外に追加すべきものがないかを、原子力発電所の地震被害情報をもとに確認し、新たな検討事象が抽出された場合には、その観点を追加する。

冷却塔Aは、安全審査整理資料第7条の耐震設計の基本方針に基づき、耐震設計上の重要度をSクラスに分類し、耐震設計の基本方針に則り安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

耐震 クラス	クラス別施設	主要設備等 (注1)			補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4) (注10)	波及的影響を考慮すべき設備 (注5)
		施設名	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	適用範囲
S	7) 上記1)～6)の施設の機能を確保するための設備 (非常用所内電源系統, 安全圧縮空気系, 安全蒸気系及び安全冷却水系)	その他再処理設備の附属施設	非常用所内電源系統 第1非常用ディーゼル発電機 第1非常用蓄電池重油タンク 第2非常用ディーゼル発電機 第2非常用蓄電池 燃料油貯蔵タンク 安全圧縮空気系 空気圧縮機 空気貯槽 安全蒸気系 ボイラ 安全冷却水系 冷却塔 冷却水循環ポンプ	S S S S S S S S S S S S			機器等の支持構造物	S	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 前処理建屋 分離建屋 精製建屋 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 高レベル廃液ガラス固化建屋 非常用電源建屋 制御建屋 洞道	北換気筒(注13)

## 安全冷却水系冷却塔の設置位置の変更

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	安全冷却水系冷却塔Aの変更前後の配置について	12/18	3	
補足説明資料2	安全冷却水系冷却塔Aの設置位置変更により追加となる配管の圧力損失について	12/6	1	
補足説明資料3	新たに設置する安全冷却水系冷却塔Aの耐震評価について	12/6	1	
補足説明資料4	冷却塔の伝熱計算について	12/13	1	
補足説明資料5	安全冷却水系(A系)の熱負荷と冷却水流量について	12/6	0	新規作成
補足説明資料6	冷却水循環ポンプの揚程について	12/6	0	新規作成
補足説明資料7	安全冷却水系の系統構成について	12/6	0	新規作成
補足説明資料8	鋼板に対する最小必要厚の算出方法について	12/6	0	新規作成
補足説明資料9	安全冷却水系冷却塔の竜巻防護対策設備の構造について	12/18	2	
補足説明資料10	安全冷却水冷却塔Aの構造について	12/6	0	新規作成
補足説明資料11	安全冷却水系冷却塔Aの設置位置変更による必要となる膨張槽の容量について	12/13	1	
補足説明資料12	安全冷却水系冷却塔Aの設置位置変更による電気計装設備の構成変更について	12/6	0	新規作成
補足説明資料13	相対変位に対する考慮について	12/18	0	新規作成
参考資料1	再処理施設の地盤モデルについて	12/4	0	新規作成



## 補足説明資料 1

安全冷却水系冷却塔 A の変更前後の配置について

## 目次

1. 概要
2. 安全冷却水系冷却塔 A の変更前後の配置について

## 1. 概要

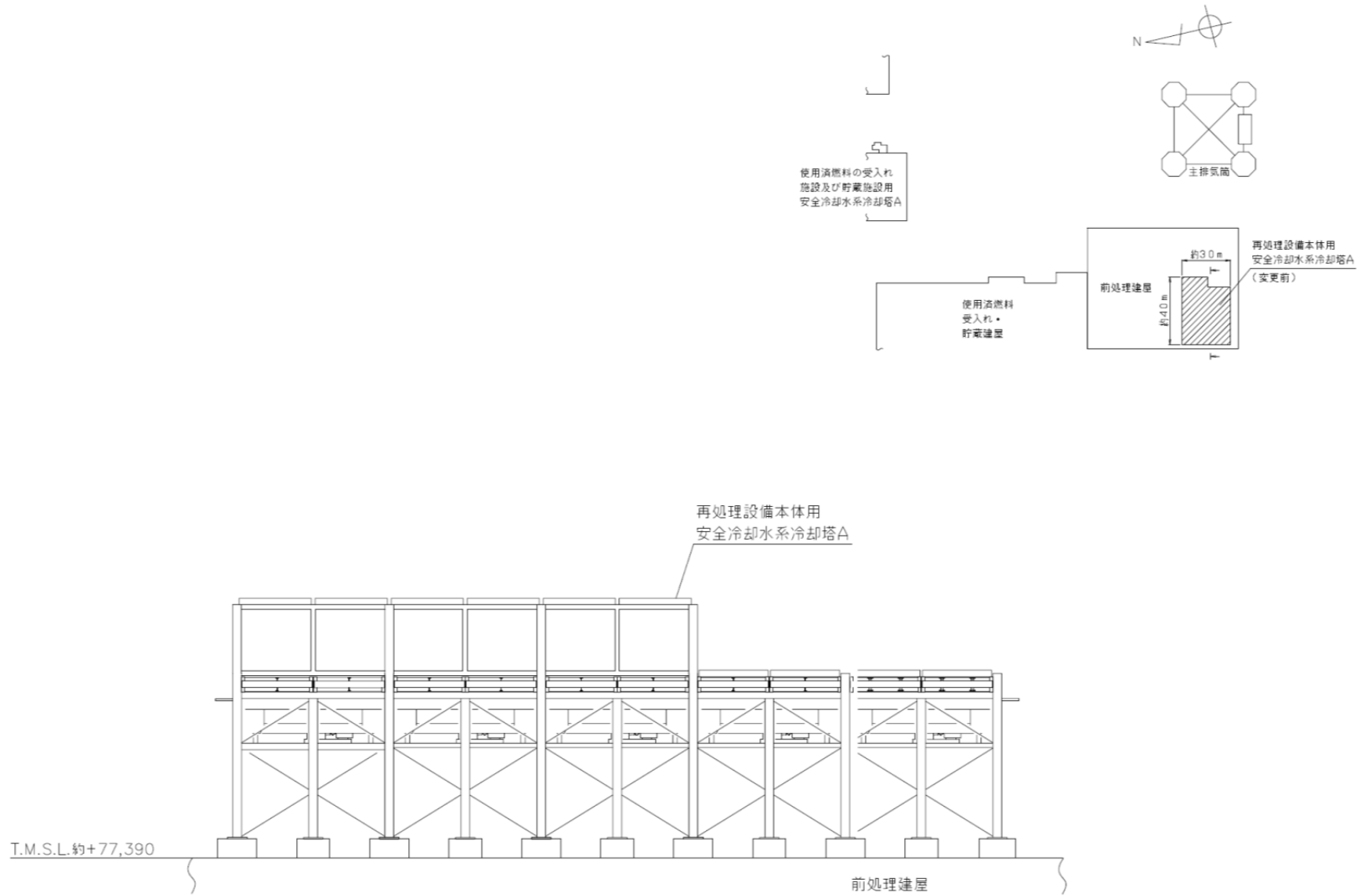
再処理施設用の安全冷却水系冷却塔 A の変更前後の配置図を示す。

## 2. 安全冷却水系冷却塔 A の変更前後の配置について

再処理施設用の安全冷却水系冷却塔 A の変更前の配置図を第 1 図，変更後の配置図を第 2 図に示す。

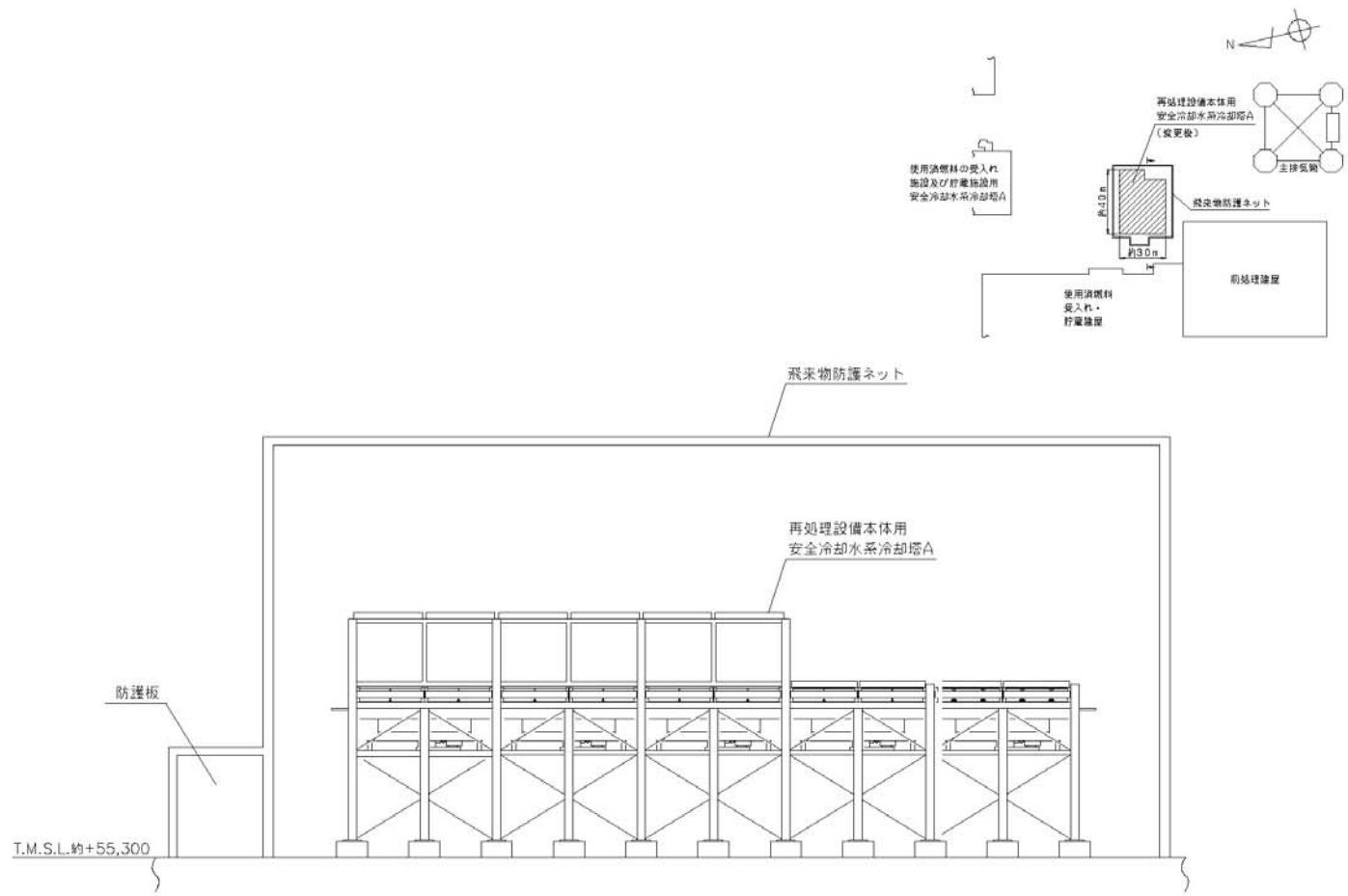
変更後の配置図を拡大したものを第 3 図に示す。

以上



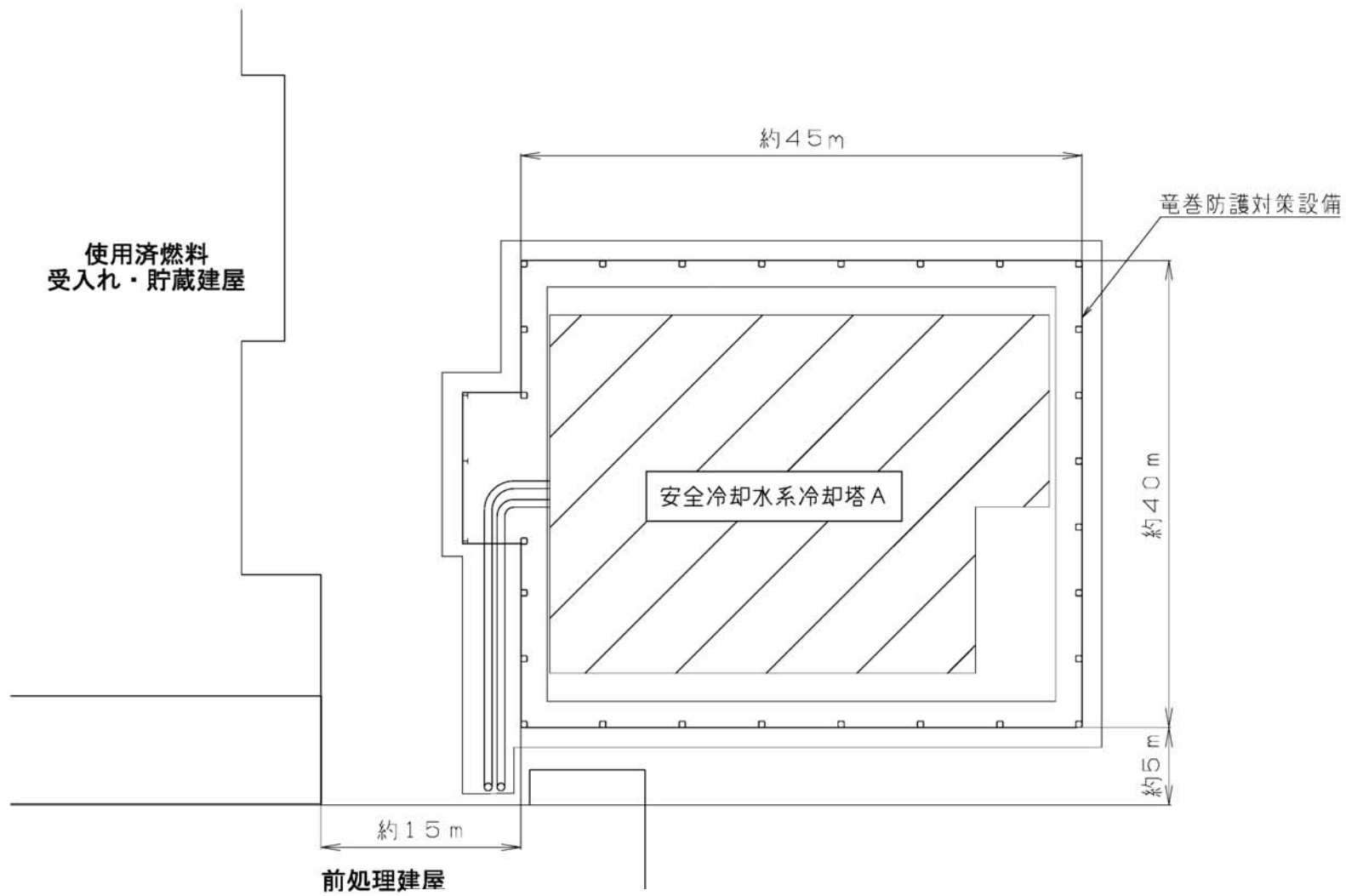
第1図 安全冷却水系冷却塔A 配置図 (変更前)

補 1-2



第2図 安全冷却水系冷却塔A 配置図 (変更後)

補 1-3



第3図 安全冷却水系冷却塔A 配置図（変更後）（拡大）

補 1-4

## 補足説明資料 2

安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更により  
追加となる配管の圧力損失について

## 目次

1. 概要
2. 安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更により追加となる配管の圧力損失について
3. 冷却水循環ポンプ A, B の流量と揚程の関係について



## 1. 概要

再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 A の設置位置を前処理建屋屋上から前処理建屋北側地上へ変更した場合に追加となる配管の圧力損失を示す。

## 2. 安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更により追加となる配管の圧力損失について

### (1) 追加となる配管

前処理建屋屋上から前処理建屋北側地上に設置位置を変更した場合に追加となる配管は以下のとおりである。

- ・配管口径：600A，Sch30（外径：609.6mm，厚さ：14.3mm）
- ・配管長：約360m
- ・配管の曲がり：32か所

### (2) 圧力損失の評価式

配管の圧力損失は円管内の流動による圧力損失の評価式である Fanning の式<sup>(1)</sup>で算出する。

$$\Delta P = 4f \left( \frac{\rho v^2}{2} \right) (L/d)$$

- ・  $\Delta P$ ：圧力損失 [Pa]
- ・  $f$ ：管摩擦係数 [—]
- ・  $\rho$ ：流体密度 [kg/m<sup>3</sup>]
- ・  $v$ ：流速 [m/s]
- ・  $L$ ：配管長 [m]
- ・  $d$ ：管内径 [m]

また、配管の曲がりについては、配管長に管相当長さ  $L_0$  を適用して同様の式で算出する。

$$\Delta P = 4f \left( \frac{\rho v^2}{2} \right) (L_0/d)$$

- ・  $L_0$ ：管相当長さ [m]

摩擦係数については、Moody 線図より設定する。Moody 線図は管表面の粗さ、流体のレイノルズ数と摩擦係数の関係を表した図であり、管表面の粗さ、レイノルズ数は以下で求める。

- ・  $\varepsilon$ ：管表面粗さ [mm]

- Re : レイノルズ数 ( $= \rho v d / \mu$ ) [—]
- $\mu$  : 粘度 [Pa・s]

(3) 評価パラメータ

(2) に示す圧力損失  $\Delta P$  算出のための各パラメータは第1表のとおりとする。

第1表 パラメータ設定

パラメータ	単位	設定値	備考
f : 管摩擦係数	—	0.004	Moody 線図 <sup>(1)</sup> から設定
$\rho$ : 流体密度	kg/m <sup>3</sup>	1054.5	運転最低温度 5°Cにおける比重から設定
v : 流速	m/s	1.71	流量 : 1630m <sup>3</sup> /h と管内径より設定
L : 配管長	m	360	(1) から設定
d : 管内径	m	0.581	(1) から設定
L <sub>0</sub> : 管相当長さ	m	18.592	標準曲率の 90° エルボ (L <sub>0</sub> /d=32) <sup>(1)</sup> 1個あたりの相当長さ (90° エルボ数 : 32)
$\epsilon$ : 管表面粗さ	mm	0.05	市販鋼管の表面粗さ <sup>(2)</sup>
$\mu$ : 粘度	Pa・s	0.005	ナイブライン(50wt%)の物性値 <sup>(3)</sup> より運転最低温度 5°Cの値を設定
Re : レイノルズ数	—	2.07×10 <sup>5</sup>	上記パラメータから算出

(4) 圧力損失の評価結果

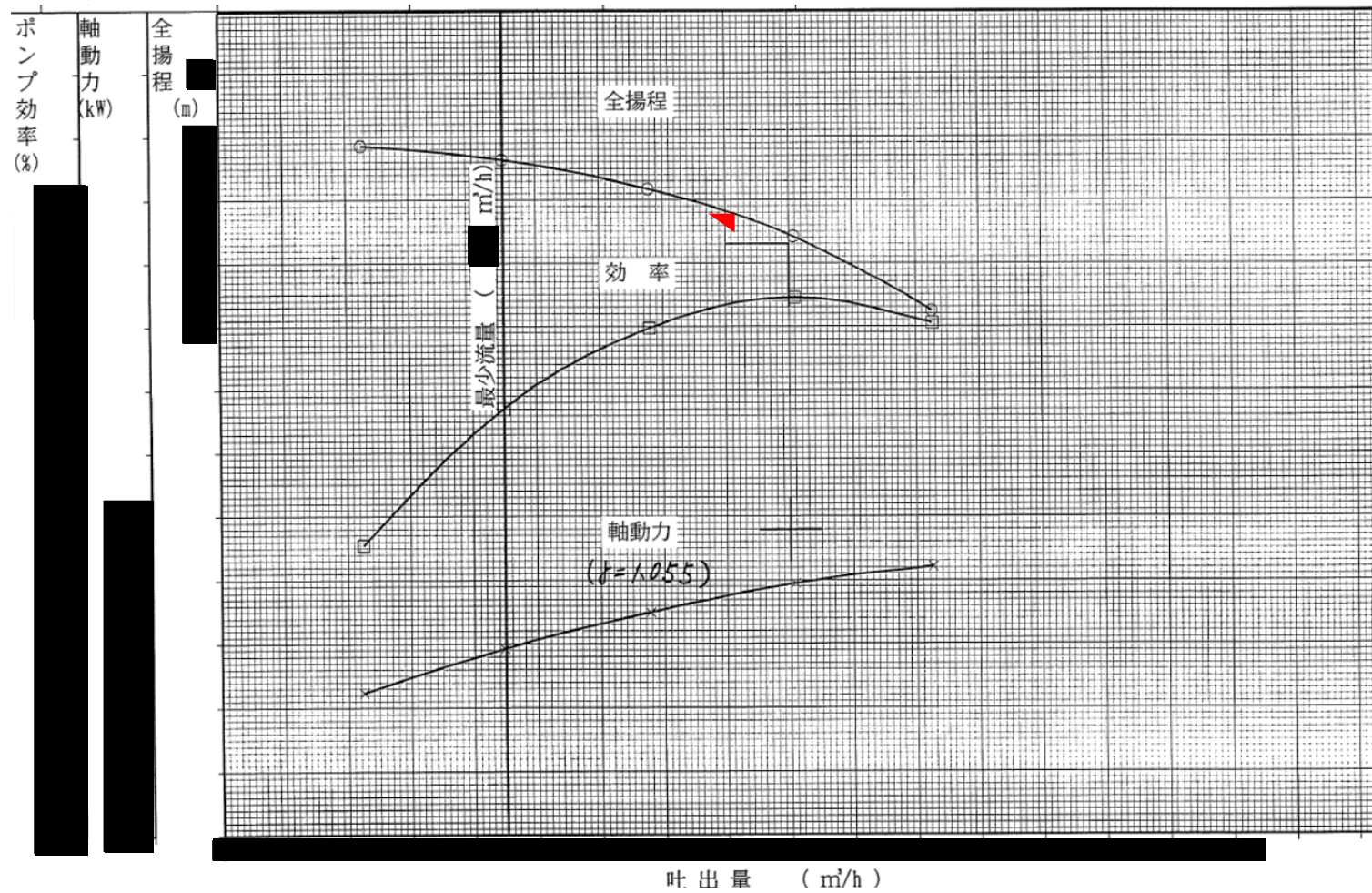
(2) 及び (3) より圧力損失は約 4 0 5 4 4 Pa (約 3.9m) である。

$$\begin{aligned} \Delta P &\cong 4 \times 0.004 \times (1054.5 \times 1.71^2 / 2) \times (360 / 0.581 + 32 \times 18.592 / 0.581) \\ &\cong 40544.4 \text{ Pa} \\ &\cong 3.92\text{m} (= 40544.4 / 9.80665 / 1054.5) \end{aligned}$$

3. 冷却水循環ポンプ A, B の流量と揚程の関係について  
冷却水循環ポンプ A, B の性能 (流量と揚程) を第 1 図に示す。

<参考文献>

- (1) 化学工学便覧 第 6 版
- (2) 機械工学便覧 改訂第 6 版
- (3) ナイブライン技術資料 (日曹商事カタログ)



第1図 冷却水循環ポンプA, Bの流量と揚程

補2-0

■については商業機密の観点から公開できません。

## 補足説明資料 3

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A の  
耐震評価について

## 目次

1. 概要
2. 位置
3. 構造
4. 解析方針
5. 解析方法
6. まとめ

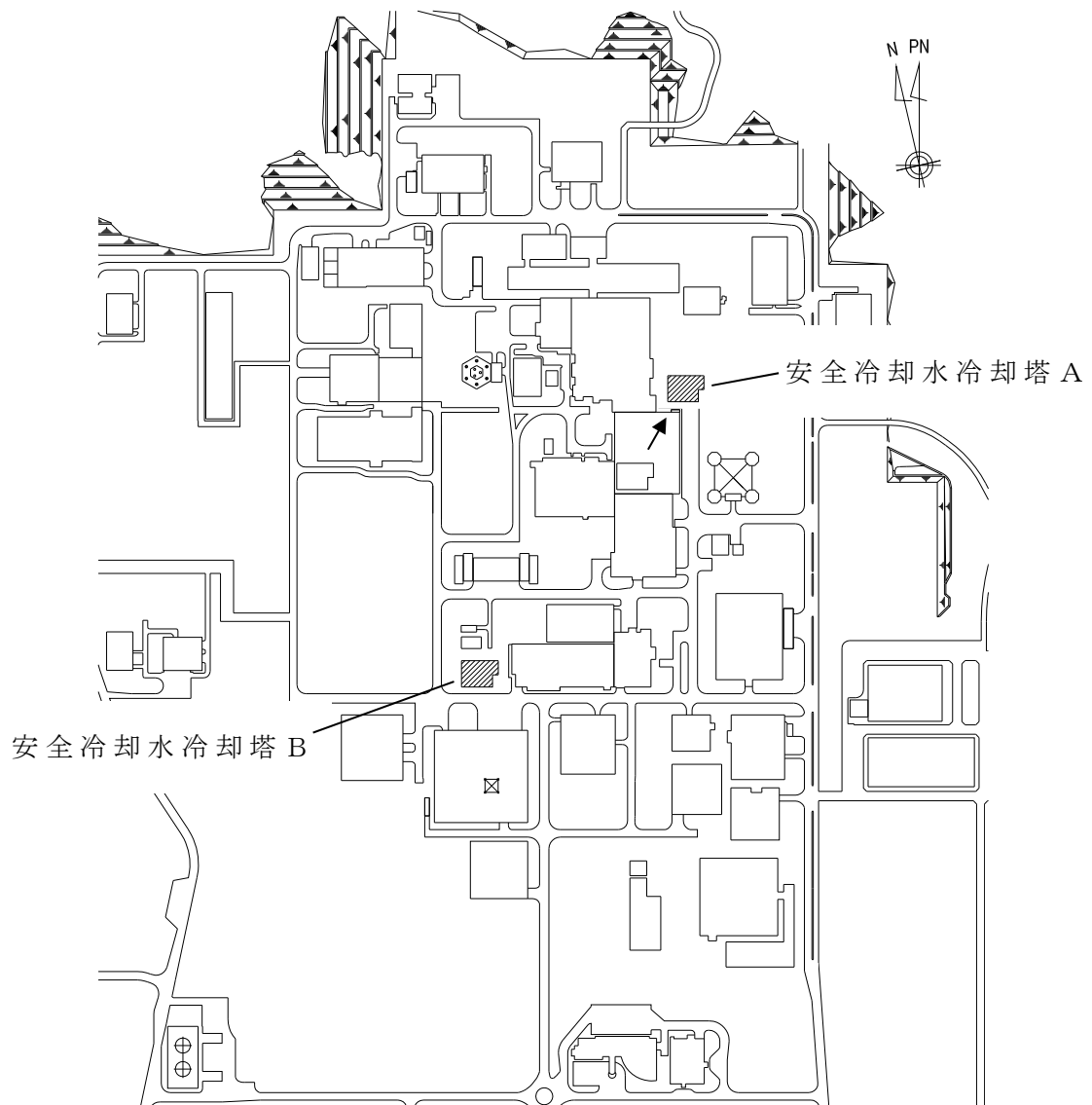
## 1. 概要

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は既設の安全冷却水系冷却塔 B と同じ構造としている。

本資料では、安全冷却水系冷却塔 A の耐震評価条件について安全冷却水系冷却塔 B の耐震評価条件との対応について確認するものである。

## 2. 位置

安全冷却水冷却塔の設置位置を第 2-1 図に示す。

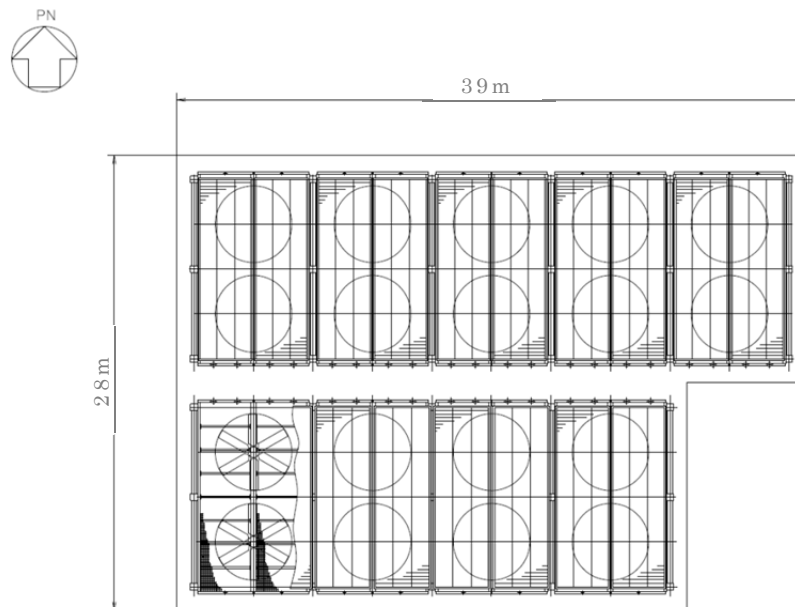


第 2-1 図 安全冷却水冷却塔基礎の設置位置

### 3. 構造概要

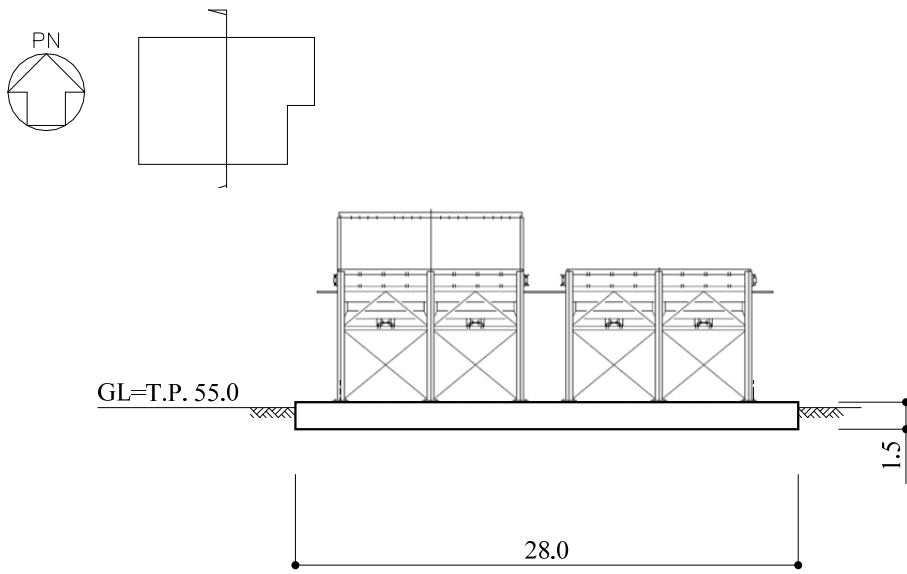
新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は，安全冷却水系冷却塔 B と同一の構造を用いることとしている。安全冷却水系冷却塔の平面図を第 3-1 図に，断面図を第 3-2 図に示す。

冷却塔の主体構造は鉄骨造であり，基礎の主体構造は鉄筋コンクリート造である。基礎の平面規模は主要部分で 28m(NS) × 39m(EW) である。

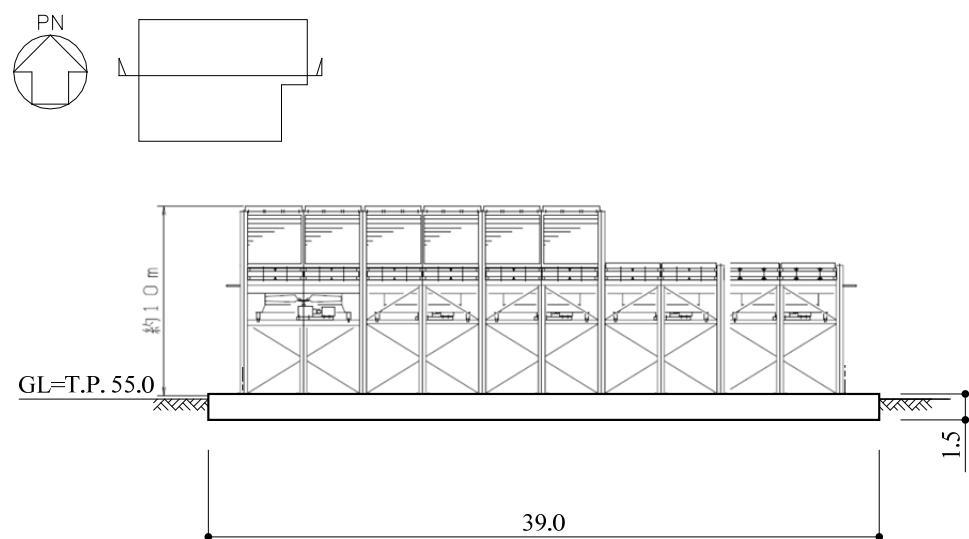


第 3-1 図 平面図（単位：m）





(NS 方向)



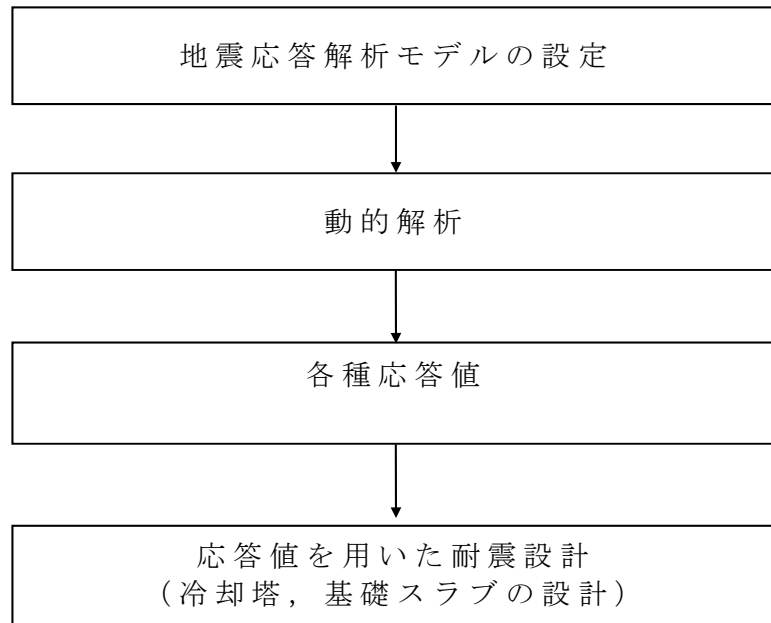
(EW 方向)

第 3-2 图 断面图 (单位 : m)

補 3-3

#### 4. 耐震評価方法

安全冷却水冷却塔に対する耐震評価フロー(概略)を第 4-1 図に示す。



第 4-1 図 安全冷却水冷却塔の耐震評価フロー (概略)

## 5. 評価方法

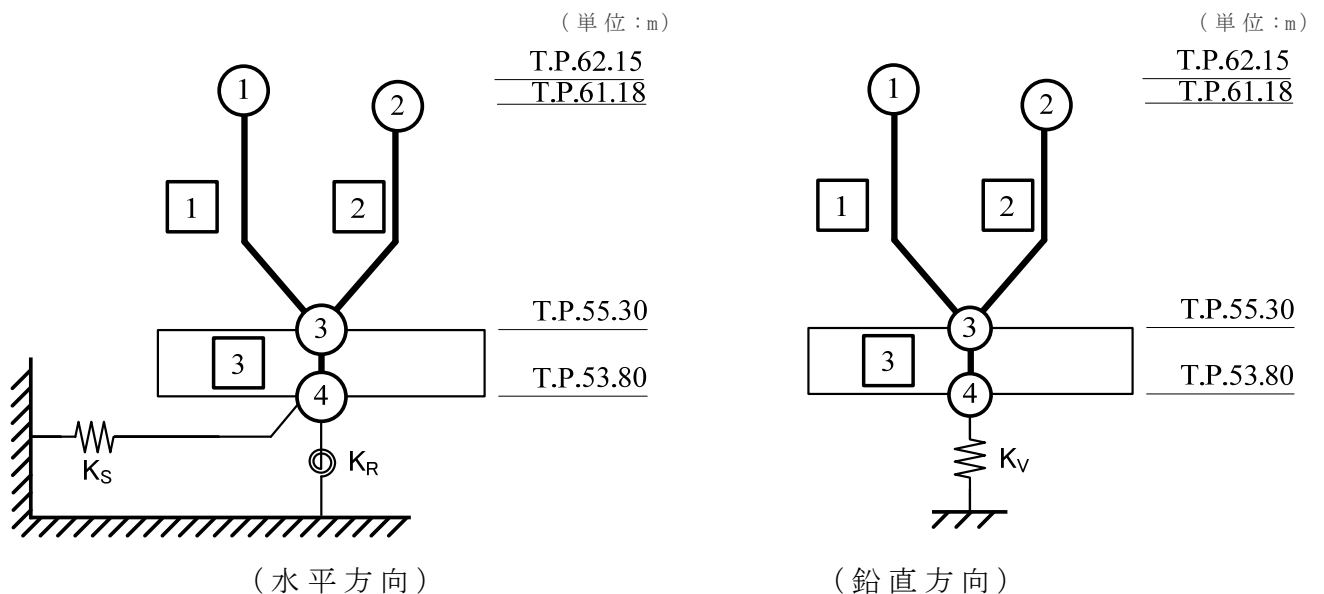
### 5. 1 地震応答解析モデルの設定

動的地震力の算定に用いる地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮した多軸多質点系モデルを用いる。水平方向の地震応答解析モデルは、基礎スラブ及び冷却塔のせん断剛性と曲げ剛性を考慮する。鉛直方向の地震応答解析モデルは、基礎スラブ及び冷却塔の軸剛性を考慮する。また、地盤を地盤ばねに置換する。地震応答解析モデルを第 5-1 図に示す。

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は、安全冷却水系冷却塔 B と同一構造であり、同一地盤である鷹架層に設置するため、地震応答解析モデルは同一となる。

注記 1：○数字は質点番号を示す。

注記 2：□数字は要素番号を示す。



第 5-1 図 地震応答解析モデル

## 5. 2 入力地震動算定

地震応答解析モデルへ入力する入力地震動算定は，一次元波動論に基づき，解放基盤表面において策定した基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  に対する基礎底面位置の地盤の応答として評価したものをを用いる

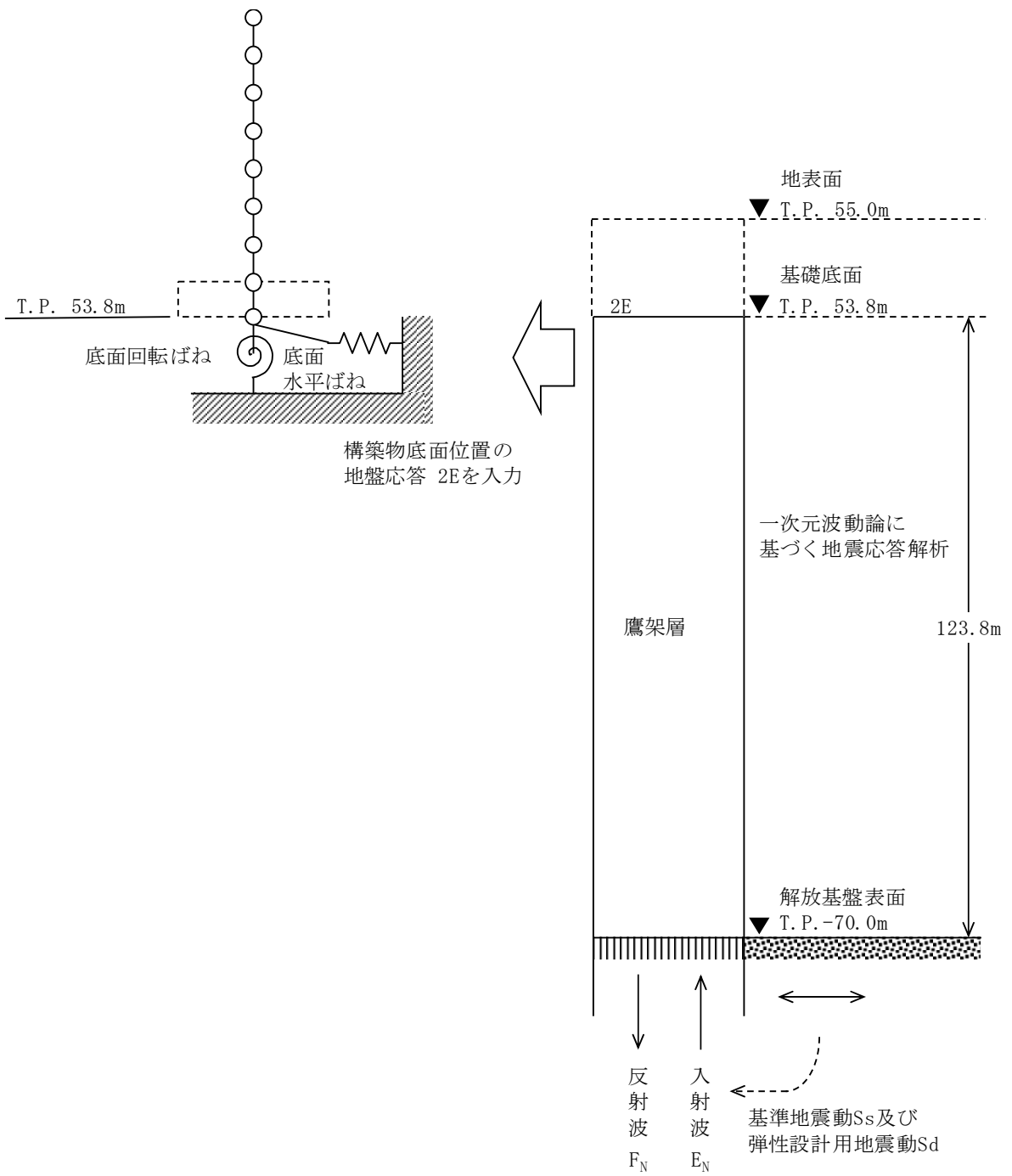
地盤モデルの物性値を第 5-1 表に，地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を第 5-2 図及び第 5-3 図に示す。

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は，安全冷却水系冷却塔 B と同一地盤である鷹架層に設置するため，地盤モデル及び入力地震動は同一となる。

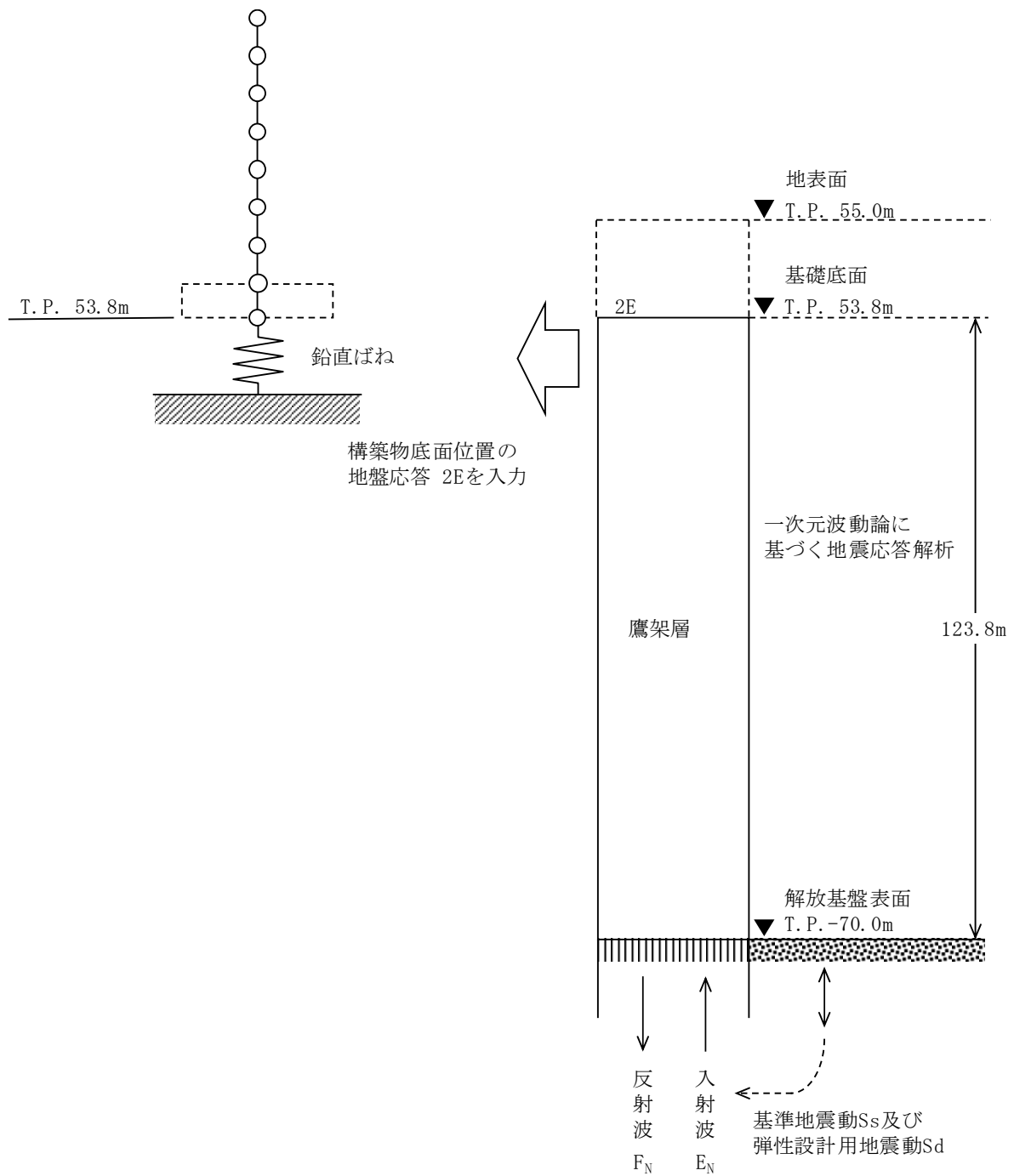
第 5-1 表 地盤の物性値（中央地盤）

標高 T.P. (m)	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	S波速度 $V_s$ (km/s)	P波速度 $V_p$ (km/s)	減衰定数 h (%)
▽基礎スラブ底面				
53.80	18.1	0.66	1.84	3.0
42.00	18.2	0.76	1.91	
鷹架層 22.00	18.2	0.80	1.95	
4.00	17.8	0.82	1.95	
▽解放基盤表面	17.0	0.82	1.95	
-70.00				

参考資料 1 「再処理施設の地盤モデルの設定について」



第 5-4 図 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図  
(水平方向)



第 5-5 図 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図  
(鉛直方向)

## 6. まとめ

新たに設置する安全冷却水系冷却塔 A は，安全冷却水系冷却塔 B と構造及び設置する地盤区分が同一であることにより，地震応答解析モデル，地盤モデル及び入力地震動が同一となるため，安全冷却水系冷却塔 B と同じ耐震評価条件となる。

令和元年 12 月 13 日 R1

## 補足説明資料 4

冷却塔の伝熱計算について



## 目次

1. 概要
2. 計算方法
3. 冷却塔の伝熱計算
4. 参考文献

## 1. 概要

安全冷却水系冷却塔 A が必要な除熱能力を有していることを示すため、実際の伝熱面積が計算上必要な伝熱面積を上回っており崩壊熱除去機能を持っていることについて説明する。

## 2. 計算方法

安全冷却水系冷却塔 A が計算上必要な伝熱面積は、以下の式で示される。

$$A=Q / (U \times \Delta t_t)$$

A : 計算上必要な伝熱面積

Q : 崩壊熱量

U : 総括伝熱係数

$\Delta t_t$  : 対数平均温度差

計算の結果を第 1 表に示す。

第 1 表安全冷却水系冷却塔の計算上必要な伝熱面積と実際の伝熱面積との関係

設備名：安全冷却系

機器名称	熱交換量 Q [W/基]	総括伝熱 係数 U [W/m <sup>2</sup> K]	対数平均 温度差 $\Delta t_t$ [W/m <sup>2</sup> K]	計算上必要 な伝熱面積 A [m <sup>2</sup> ]	実際の 伝熱面積 [m <sup>2</sup> ]	備考
安全冷却水 系冷却塔 A	$1.16 \times 10^7$	■	■	■	■	

第 1 表に示す通り、安全系冷却水系冷却塔 A は実際の伝熱面積が計算上必要な伝熱面積を上回っていることから、必要な崩壊熱除去機能を有している。

■については商業機密の観点から公開できません。

### 3. 冷却塔の伝熱計算

対数平均温度差  $\Delta t_t$  及び総括伝熱係数  $U$  は以下のとおり求める。

#### (1) 計算条件

熱交換量 :  $Q$  kcal/h  
冷却空気入口温度 :  $T_1$  °C  
冷却水出口温度 :  $t_2$  °C  
冷却空気流量 :  $W_s$  kg/h  
冷却水流量 :  $W_c$  m<sup>3</sup>/h

#### (2) 空気と冷却水の対数平均温度 $\Delta t_t$ の計算

空気と冷却水の対数平均温度  $\Delta t_t$  は下式により求める。

$$\Delta t_t = \frac{|T_1 - t_2| - |T_2 - t_1|}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} \quad \text{°C} \quad (3)$$

$T_1$  : 冷却空気入口温度 °C  
 $T_2$  : 冷却空気出口温度 =  $T_1 + Q / (C_a W_s)$  °C  
 $t_1$  : 冷却水入口温度 =  $t_2 + Q / (C_c \gamma_i W_c)$  °C  
 $t_2$  : 冷却水出口温度 °C  
 $Q$  : 熱交換量 kcal/h  
 $W_c$  : 冷却水流量 m<sup>3</sup>/h  
 $W_s$  : 冷却空気流量 kg/h  
 $\gamma_i$  : 冷却水の比重量 kg/m<sup>3</sup>  
 $C_c$  : 冷却水の比熱 kcal/kg°C  
 $C_a$  : 冷却空気の比熱 kcal/kg°C

(3) 総括伝熱係数Uの計算

総括伝熱係数は下式であらわされる。

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + r_{f0} + \left[ \frac{1}{h_i} + r_{fi} \right] \frac{A_o}{A_i} + r_{jw} \frac{A_o}{A_{bo}}}$$

ただし、

- U : 総括伝熱係数 kcal/m<sup>2</sup> h °C
- h<sub>o</sub> : 冷却空気側熱伝達率 kcal/m<sup>2</sup> h °C
- h<sub>i</sub> : 冷却水側熱伝達率 kcal/m<sup>2</sup> h °C
- r<sub>f0</sub> : 冷却空気側汚れ係数 m<sup>2</sup> h °C/kcal
- r<sub>fi</sub> : 冷却水側汚れ係数 m<sup>2</sup> h °C/kcal
- r<sub>w</sub> : 伝熱管の伝熱抵抗 m<sup>2</sup> h °C/kcal

A. : フィン基準伝熱面積

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

$D_f$  : フィン外径 mm

$D_r$  : フィン元径 mm

$f_t$  : フィン厚さ mm

$N_f$  : フィン枚数 枚/m

$A_i$  : 管内側基準伝熱面積 =  $\pi d_i$  m<sup>2</sup>/m

$d_i$  : 伝熱管内径 mm

$A_{bo}$  : 裸管基準伝熱面積 =  $\pi D_r$  m<sup>2</sup>/m

ここで  $h_i$  は、下記より求められる。

$$h_i = \frac{\lambda_i}{d_i} N_{ui}$$

ただし、

$N_{ui}$  : ヌセルト数 =  $0.023 \times R_{ei}^{0.6} \times P_{ri}^{0.4}$  (4)

$R_{ei}$  : レイノルズ数 =  $u_i d_i / \nu_i$

$P_{ri}$  : 冷却水のプラントル数

$\nu_i$  : 冷却水の動粘性係数 m<sup>2</sup>/s

$u_i$  : 冷却水の管内流速 m/s

$\lambda_i$  : 冷却水の熱伝導率 kcal/mh°C

また  $h_o$  は、下記より求められる。

$$h_o = 0.134 \times \left( \frac{G_{max} D_r}{\mu_o} \right)^{0.651} \left( \frac{C_a \mu_o}{\lambda_o} \right)^{0.33} \left( \frac{A}{H} \right)^{0.2} \left( \frac{A}{B} \right)^{0.1134} \left( \frac{\lambda_o}{D_r} \right)^{(5)}$$

ただし、

A : フィン間すきま mm

B : フィン厚さ mm

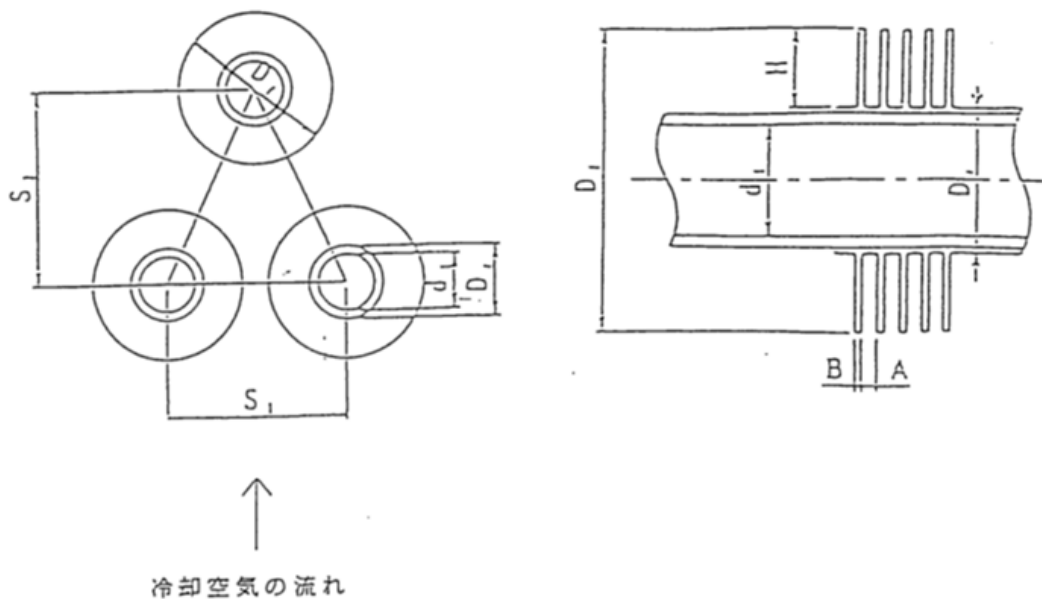
H : フィン高さ mm

$G_{max}$  : 冷却空気の単位面積当たりの重量流量 kg/m<sup>2</sup>h

$\mu_o$  : 冷却空気側粘性係数 kg/mh

$\lambda_o$  : 冷却空気側熱伝導率 kcal/mh°C

以上の計算に使う物性値等を第2表にまとめて示す。



伝熱管ピッチ :  $S_1 = \blacksquare$  mm  
 :  $S_2 = \blacksquare$  mm

#### 4. 参考文献

- (1) 化学工学協会「化学工学便覧」
- (2) 尾花 英朗「熱交換機設計ハンドブック」
- (3) 日本機械学会「機械工学便覧」
- (4) 日本機械学会「伝熱工学資料」
- (5) HEAT TRANSFER AND FLUID SERVICE HANDBOOK

$\blacksquare$  については商業機密の観点から公開できません。

第 2 表 冷却塔における対数平均温度差及び総括伝熱係数に使う物性値等

項目	安全冷却水系冷却塔 A
$Q$	$1.16 \times 10^7$
$T_1$	29
$t_1$	■
$T_2$	■
$t_2$	■
$W_c$	0.4528
$W_s$	■
$C_c$	$3.700 \times 10^3$
$C_a$	$1.009 \times 10^3$
$\gamma_i$	1040
$h_0$	■
$h_i$	■
$r_{f0}$	■
$r_{fi}$	■
$r_w$	$1.26 \times 10^{-4}$
$A_0$	■
$D_f$	■
$D_r$	■
$f_t$	■
$N_f$	■
$A_i$	■
$d_i$	■
$A_{b0}$	■
$N_{ui}$	187.5
$R_{ei}$	22035
$P_{ri}$	12.4
$\nu_i$	$1.56 \times 10^{-6}$
$u_i$	■
$\lambda_i$	0.488
$A$	■
$B$	■

補 4-7

■については商業機密の観点から公開できません。



H	■
$G_{\max}$	7.3628
$\mu_o$	$1.89 \times 10^{-5}$
$\lambda_o$	$2.67 \times 10^{-2}$

補 4-8

■ については商業機密の観点から公開できません。

## 補足説明資料 5

安全冷却水系（A系）の熱負荷と冷水流量について

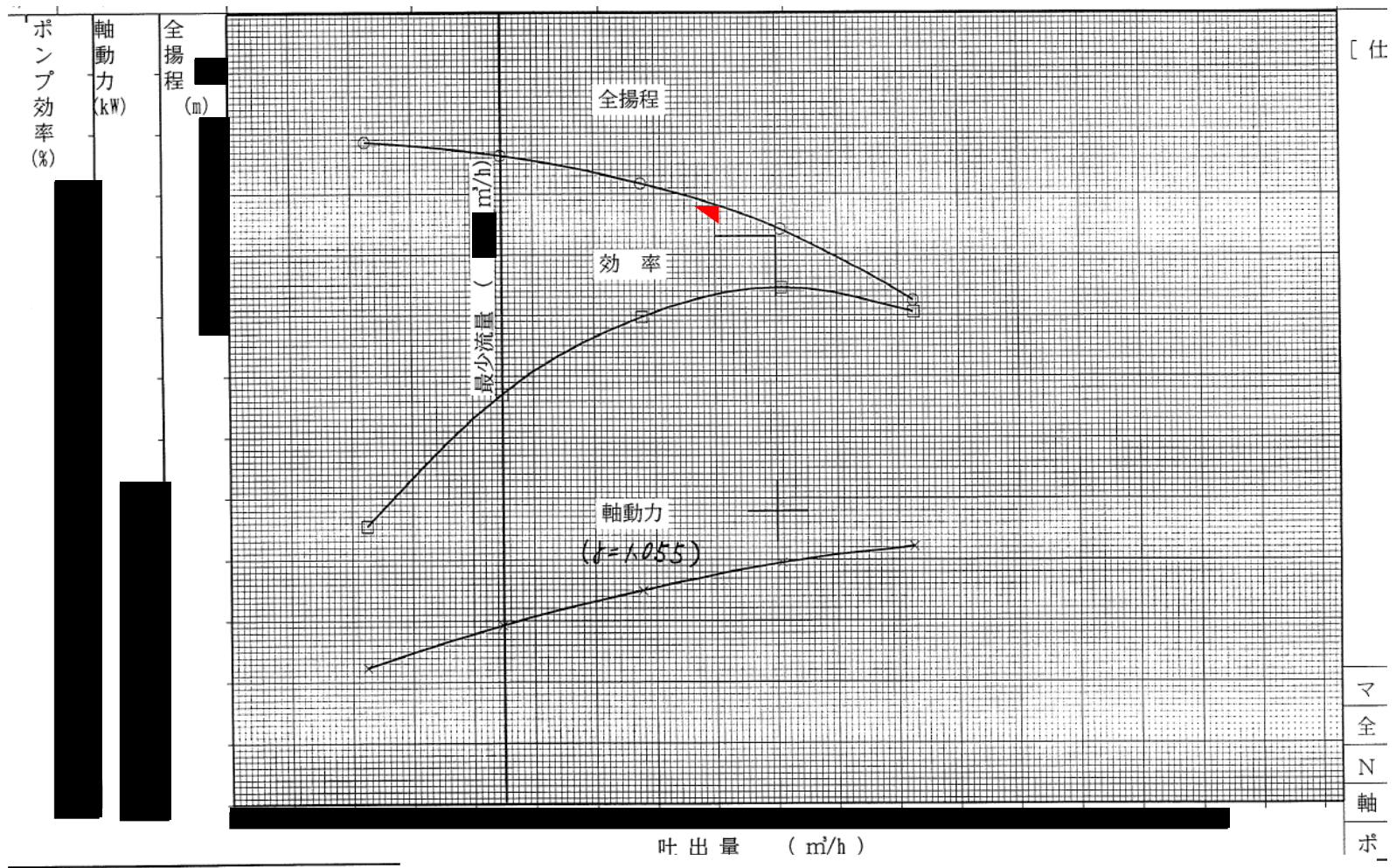
安全冷却水系（A系）の熱負荷と冷却水流量

建屋	機器名称	熱負荷[MW]	冷却水流量[m <sup>3</sup> /h]
前処理建屋	安全冷却水 1A 中間熱交換器	0.09	55
	安全冷却水 2 中間熱交換器	0.21	92
	その他熱負荷	0.5	79.6
分離建屋	中間熱交換器 A	0.26	80
	安全冷却水 1A 中間熱交換器	0.23	62.7
	安全冷却水 2 中間熱交換器	0.2	34.7
精製建屋	安全冷却水中間熱交換器 A	0.07	5.8
	安全冷却水中間熱交換器 C	0.013	2.05
高レベル廃液ガラス固化建屋	第1高レベル濃縮廃液貯槽冷却水 A 中間熱交換器	1.1	115
	第2高レベル濃縮廃液貯槽冷却水 A 中間熱交換器	1.1	115
	不溶解残渣廃液貯槽冷却水 A 中間熱交換器	0.97	115
	高レベル廃液共用貯槽冷却水 A 中間熱交換器	1.1	115
	安全冷却水 A 中間熱交換器	0.7	95
	その他熱負荷	1.1	145
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	安全冷却水 A 第1 中間熱交換器	0.035	5
	その他熱負荷	0.8	102.5
制御建屋	その他熱負荷	3.1	406.9
合計		11.6	1626.3

令和元年 12 月 6 日 R0

## 補足説明資料 6

冷却水循環ポンプの揚程について



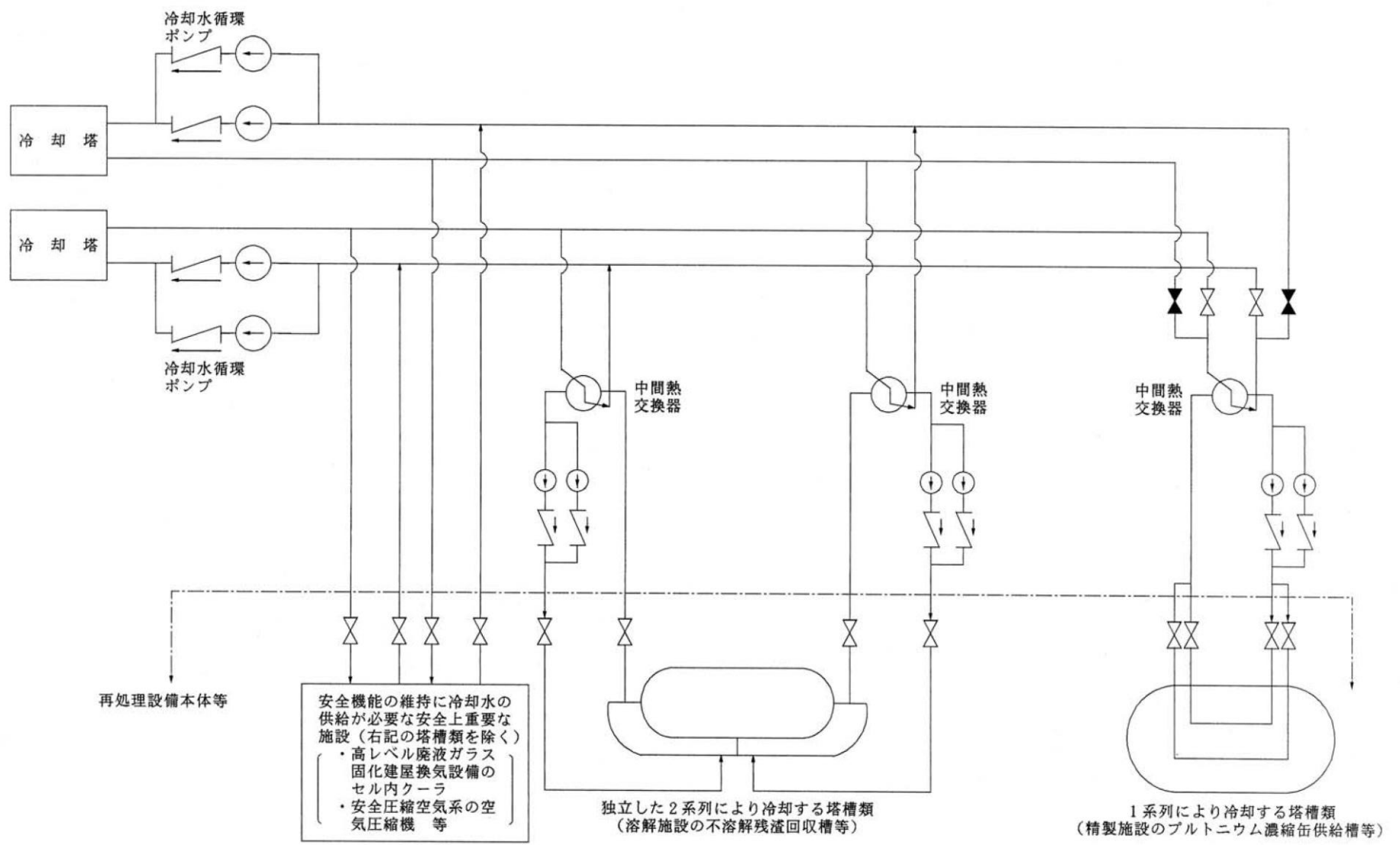
第1図 冷却水循環ポンプA, Bの流量と揚程

補6-1

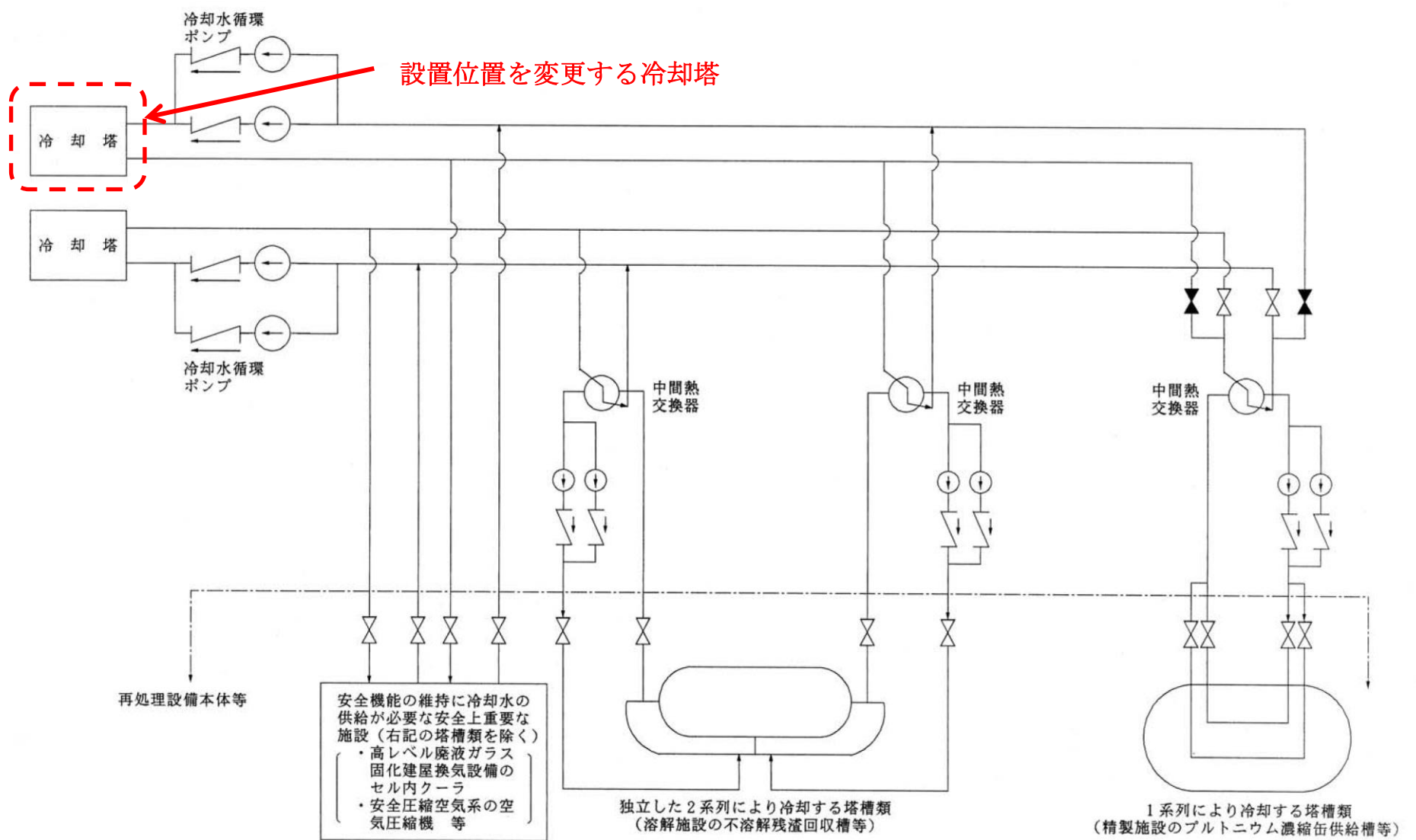
■ については商業機密の観点から公開できません。

## 補足説明資料 7

安全冷却水系の系統構成について



第1図 安全冷却水系の系統構成（変更前）



第2図 安全冷却水系の系統構成（変更後）

令和元年 12 月 6 日 R0

## 補足説明資料 8

鋼板に対する最小必要厚の算出方法について



## 目次

1. はじめに
2. **BRL** 式について
3. 最小必要厚さの算出結果
4. まとめ

## 鋼板に対する最小必要厚さの算出方法について

### 1. はじめに

本資料は、剛体円柱が衝突するときの鋼板の貫通を評価する BRL 式による、竜巻飛来物の貫通を防止するための最小必要厚さの算出方法についてまとめたものである。

なお、本資料では、SI 単位系に変換した BRL 式により、最小必要厚さを算出する方法をまとめる。

### 2. BRL 式について

鋼板の最小必要厚さは、下記に示す BRL 式を用いて算出する。

$$t^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5mv^2}{1.4396 \times 10^9 K^2 d^{\frac{3}{2}}}$$

ここで、

t=鋼板の最小必要厚さ(m)

m=飛来物質量(kg)

v=飛来物速度(m/s)

d=飛来物等価直径(m)

K=鋼板の質量に関する係数≒1

なお、参考資料①により、飛来物直径は飛来物断面と周長が等しくなる円の直径とする。

参考資料①：「竜巻飛来物を模擬した角管の落下衝突による鋼板の貫通評価」,機械学会論文集 Vol.83(2017), No.851, 16-00501

3. 最小必要厚さの算出結果

設計飛来物のうち鋼製材(長さ 4.2m×幅 0.3m×奥行 0.2m,質量 135kg,速度 51m/s)による最小必要厚さは以下の通り算出される。

m : 鋼製材の質量 135kg

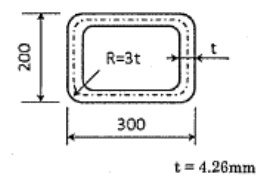
v : 鋼製材の速度 51m/s

d : 鋼製材と周長 $\ell$ (m)が同じ円の直径を等価直径 d(m)とする。

$$\begin{aligned} d &= \ell / \pi \\ &= \{(0.3+0.2) \times 2 - 3 \times 4.26 \times 10^{-3} \times 8 + 2\pi \times 3 \times 4.26 \times 10^{-3}\} / \pi \\ &= 0.3113259 \dots \\ &\doteq 0.31133 \text{ (m)} \end{aligned}$$

最小必要厚さは

$$\begin{aligned} t &= \{0.5 \times m \times v^2 / (1.4396 \times 10^9 \times 1^2 \times d^{\frac{3}{2}})\}^{\frac{2}{3}} \\ &= 7.899153 \dots \times 10^{-3} \\ &\doteq 7.9 \times 10^{-3} \text{ (m)} \end{aligned}$$



断面図

4. まとめ

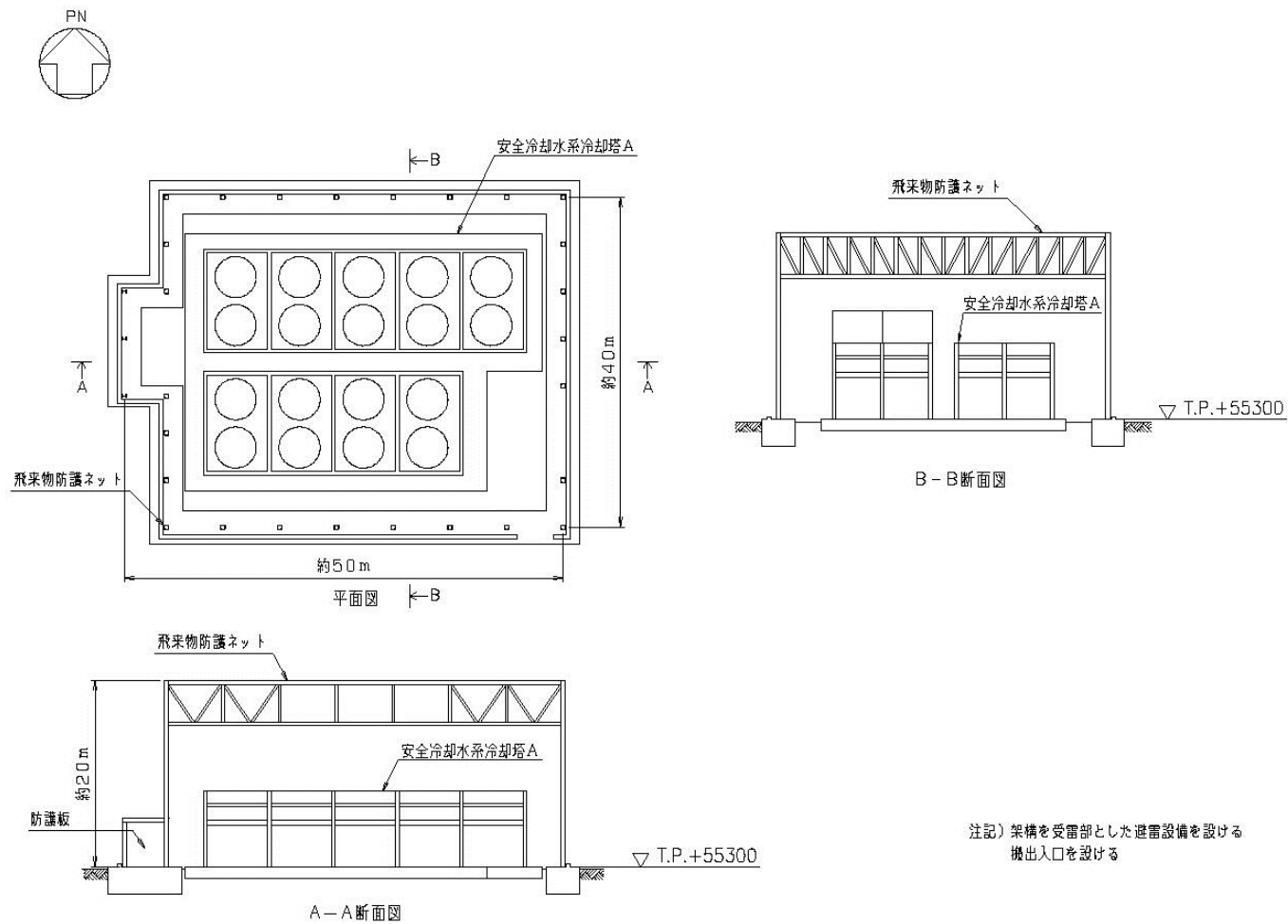
上記の通り,BRL 式により計算した結果,鋼製材の貫通を防止するための最小必要厚さは  $7.9 \times 10^{-3}$ (m)である。

## 補足説明資料 9

安全冷却水系冷却塔の竜巻防護対策設備  
の構造について

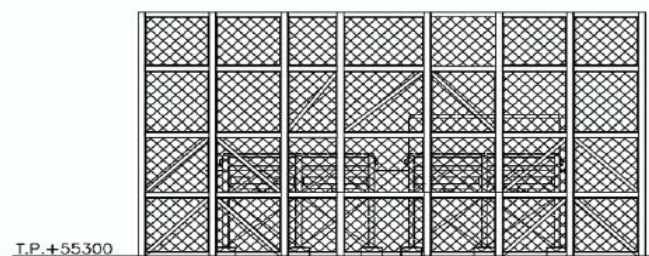
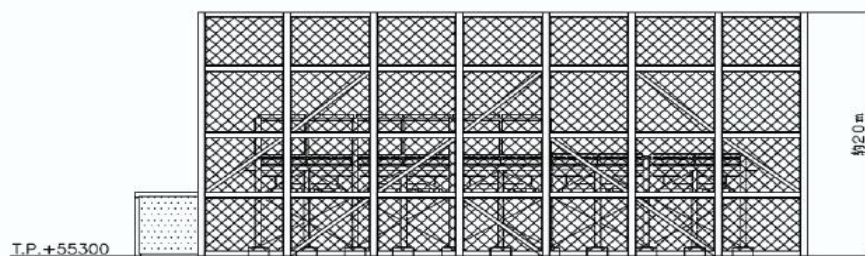
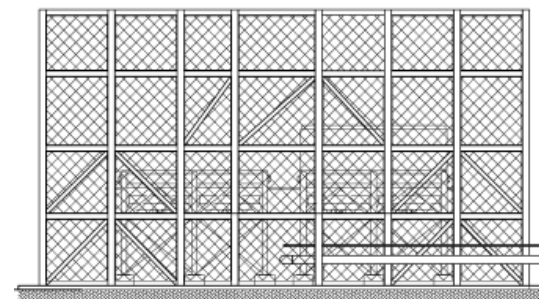
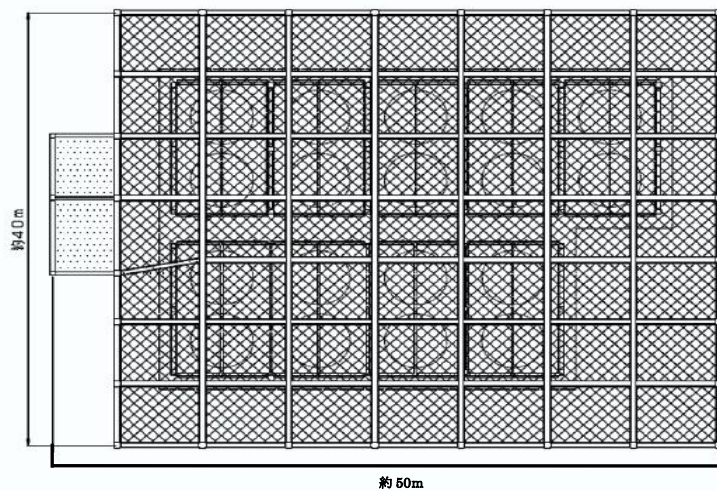
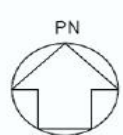
## 目次

1. 安全冷却水冷却塔 A 飛来物防護ネット構造図（平面図、断面図）
2. 安全冷却水冷却塔 A 飛来物防護ネット構造図（外面図）



第1図 安全冷却水系冷却塔A 飛来物防護ネット構造図（平面図、断面図）

補9-1



防護ネット

注記) 架構を受雷部とした避雷設備を設ける搬出入口を設ける



防護板

第2図 安全冷却水系冷却塔 A 飛来物防護ネット構造図 (外面図)

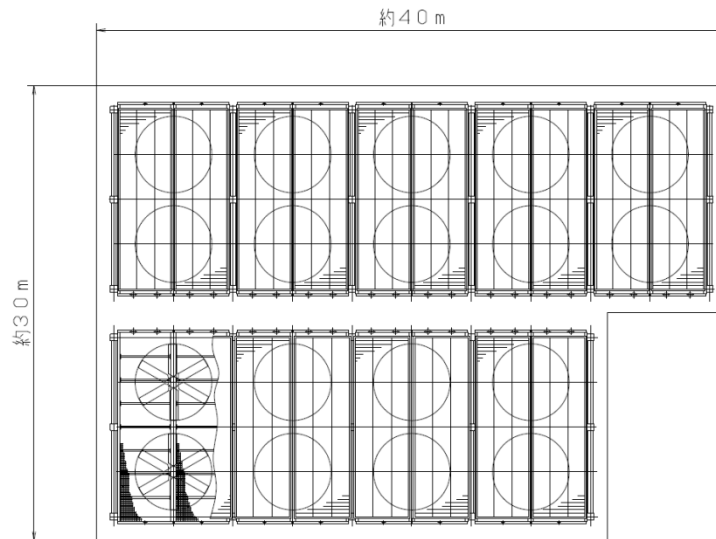
補 9-2

令和元年 12 月 6 日 R0

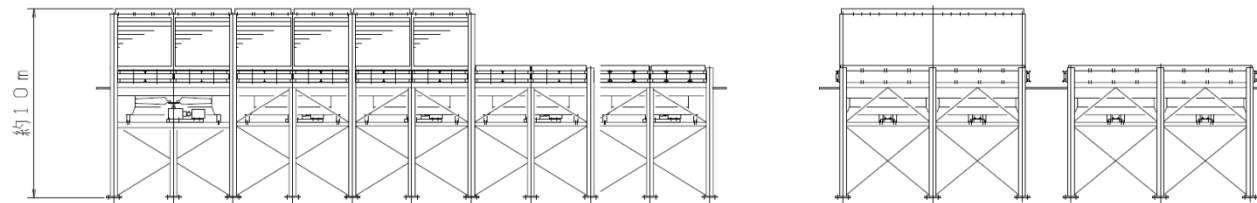
## 補足説明資料 1 0

安全冷却水系冷却塔 A の構造について





名 称	—	安全冷却水系冷却塔 A
種 類	—	空冷式熱交換器
機 器 の 種 類	—	—
耐 震 ク ラ ス	—	S
流 体 の 種 類	—	冷却水
容 量	MW/個	11.6
最 高 使 用 圧 力	MPa	■
最 高 使 用 温 度	℃	■
伝 熱 面 積 (フィン外表面)	m <sup>2</sup> /個	■



第 1 図 安全冷却水系冷却塔 A 構造図

補 10-1

■については商業機密の観点から公開できません。

## 補足説明資料 1 1

安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更により必要となる

膨張槽の容量について

## 目次

1. 概要
2. 安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更による膨張槽の容量への影響について

## 1. 概要

再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔 A の設置位置を前処理建屋屋上から前処理建屋北側地上へ変更した場合，配管の追加により系統の容積が増加する。

系統の容積が増加すると冷却水の温度変化に伴う必要膨張量が増加するため，配管追加後の必要膨張量が膨張槽の容量（13m<sup>3</sup>）以下であることを確認する。

## 2. 安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更による膨張槽容量への影響について

### (1) 膨張量の算出の考え方

冷却水の膨張量  $\Delta V$  は，冷却水の設計最高温度における密度と設計最低温度における密度の差から以下のように算出し設定する。

$$\Delta V = (1/\rho_H - 1/\rho_L) V_{\text{total}}$$

$\rho_H$  : 冷却水の設計最高温度における比重

$\rho_L$  : 冷却水の設計最低温度における比重

$V_{\text{total}}$  : 系統内の冷却水容量（1系列分）

冷却水の温度は保守側な設定となるよう以下とする。

- ・ 設計最高温度：建屋内雰囲気の高温度である 40℃とする。
- ・ 設計最低温度：屋外設置の範囲は外気の最低温度である -16℃とする。

屋内設置の範囲は安全冷却水の供給条件である 5℃とする。

また，各温度の冷却水（不凍液）の比重は以下のとおり。<sup>(1)</sup>

- ・ -16℃ : 1.0640
- ・ 5℃ : 1.0545
- ・ 40℃ : 1.0390

### (2) 膨張量，膨張槽の必要容量算出

第 1 表に膨張量及び膨張槽の必要容量算出結果を示す。

安全冷却水系の冷却水容量は以下の設定とした。

- ・ 既設設備：約 310m<sup>3</sup> [屋外設備：約 130m<sup>3</sup>，屋内設備：約 180m<sup>3</sup>]

- ・本変更に伴い追加となる屋外配管：50m<sup>3</sup>  
(補足説明資料 2 - 1 に記載の配管長, 配管口径より約 48m<sup>3</sup> を切り上げて設定)

評価の結果, 本変更により配管が伸長したとしても必要膨張量は 7m<sup>3</sup> 程度であり膨張槽容量(13m<sup>3</sup>)を下回っている。

第 1 表 膨張量の算出結果

項目	単位	屋外	屋内	合計
既設の安全冷却水系 (A 系) の冷却水容量	m <sup>3</sup>	130	180	310
冷却塔 A の設置位置変更により追加となる配管内の冷却水容量	m <sup>3</sup>	50	—	50
系統内の冷却水容量 ( $V_{total}$ )	m <sup>3</sup>	180	180	360
流体温度条件	°C	-16~40	5~40	—
冷却水の設計最高温度における比重 ( $\rho_H$ )	—	1.039	1.039	—
冷却水の設計最低温度における比重 ( $\rho_L$ )	—	1.064	1.0545	—
膨張量 ( $\Delta V$ )	m <sup>3</sup>	4.1	2.6	6.7

<参考文献>

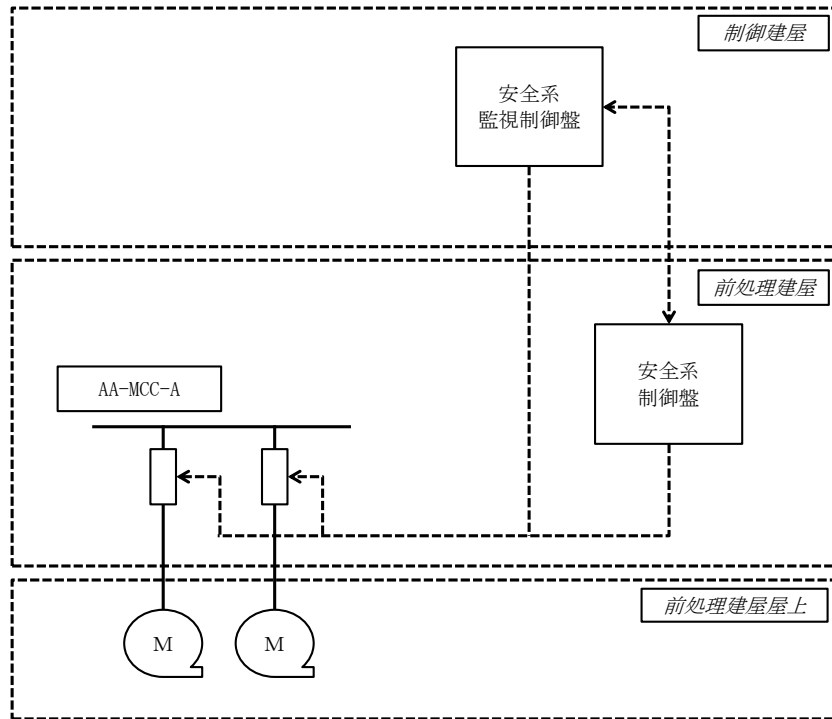
- (1) ナイブライン技術資料 (日曹商事カタログ)

## 補足説明資料 1 2

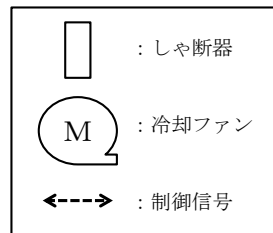
安全冷却水系冷却塔 A の設置位置変更による電気計装設備の構成変更について

電気設備として変更となるのは、非常用モータコントロールセンターから冷却ファンへの電源ケーブルとなる。端子盤を追加し、端子盤から地上設置となった冷却ファンへのケーブルを追加する。

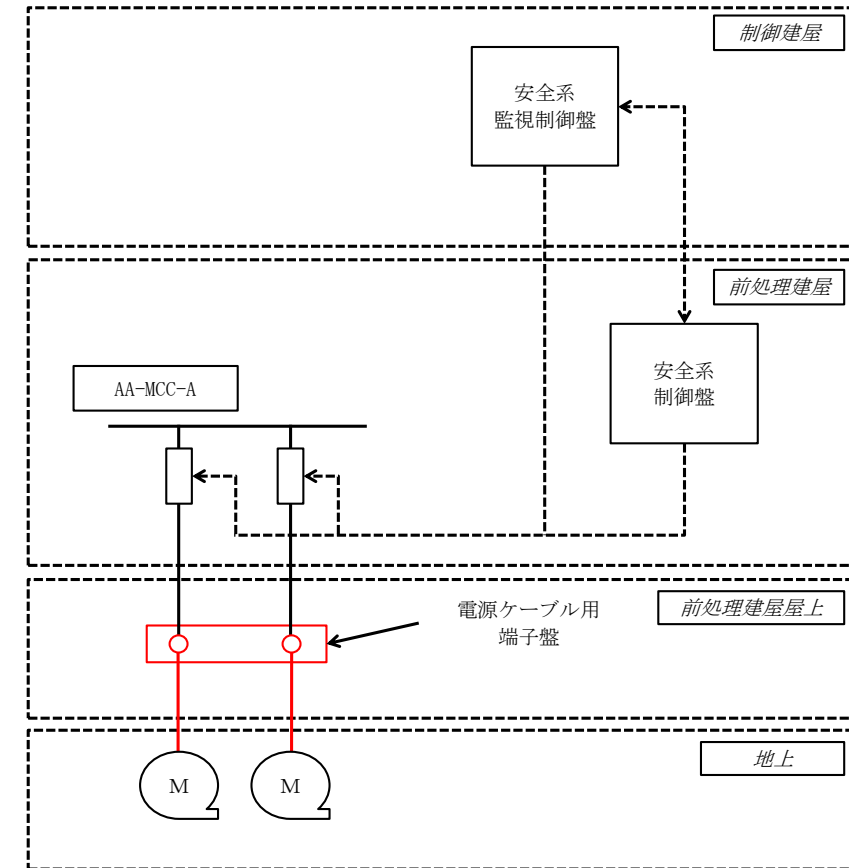
(変更前)



凡例

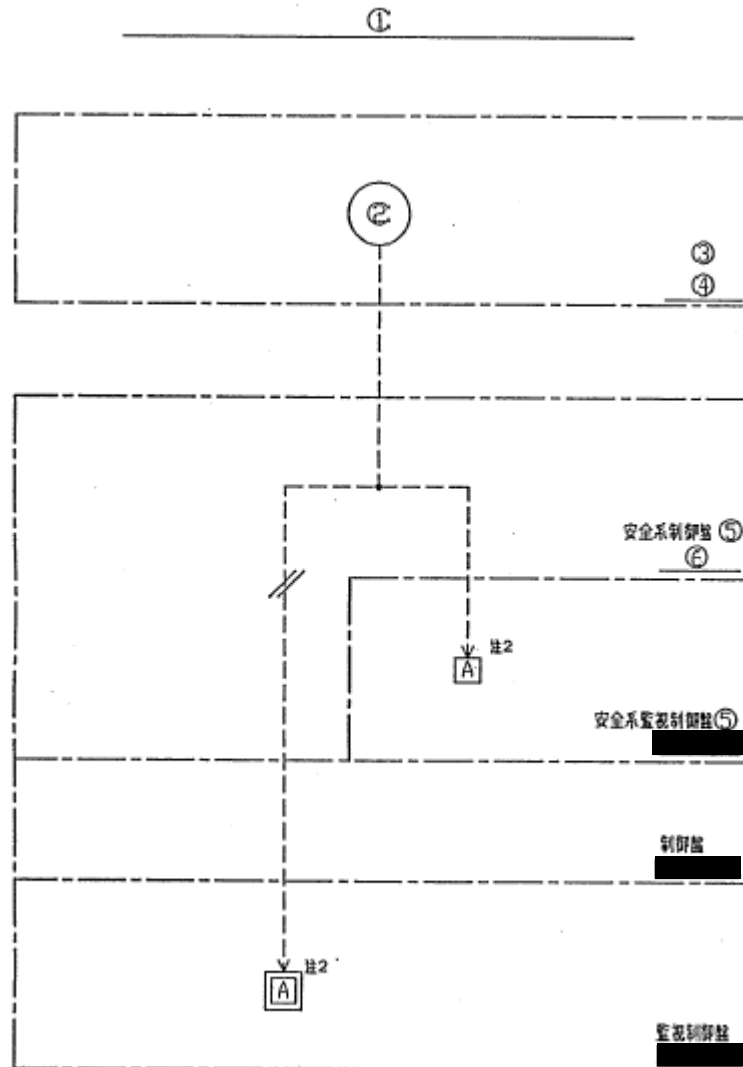


(変更後)



※ 赤色部分が変更箇所となる。  
 ・ 端子盤の追加  
 ・ 端子盤⇄冷却ファンへの電源ケーブルの新規布設  
 上記以外の電気設備・計測制御設備は変更はない。

計測制御設備については、安全系冷却水の監視対象、監視場所について変更はない。

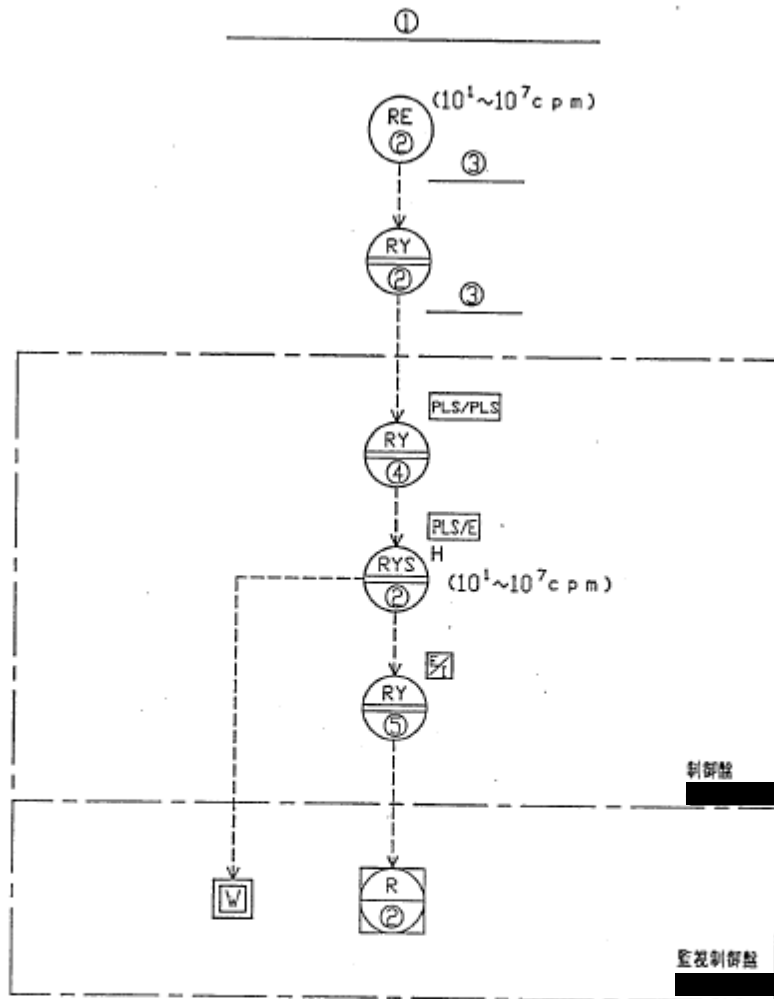


①	②注1	③	④	⑤	⑥	⑦
安全冷却水1AポンプA 故障検知	30	MCC		A		
安全冷却水1AポンプB 故障検知	30	MCC		A		
安全冷却水1BポンプA 故障検知	30	MCC		B		
安全冷却水1BポンプB 故障検知	30	MCC		B		
安全冷却水2ポンプA 故障検知	30	MCC		A		
安全冷却水2ポンプB 故障検知	30	MCC		B		
安全冷却水A循環ポンプA 故障検知	49,64+67,50/51	M/C		A		
安全冷却水A循環ポンプB 故障検知	49,64+67,50/51	M/C		A		
安全冷却水B循環ポンプA 故障検知	49,64+67,50/51	M/C		B		
安全冷却水B循環ポンプB 故障検知	49,64+67,50/51	M/C		B		

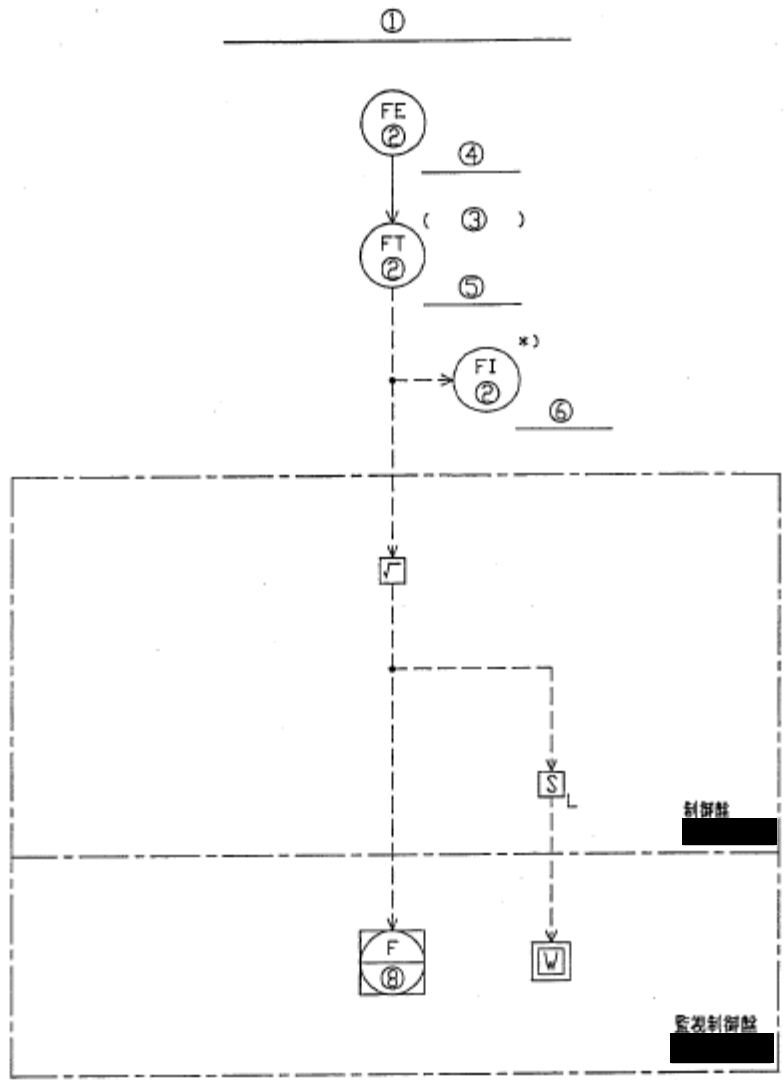
注1 JEM(1090)の制御器具番号を示す。

注2 49信号,64+67信号,50/51信号の個別表示。





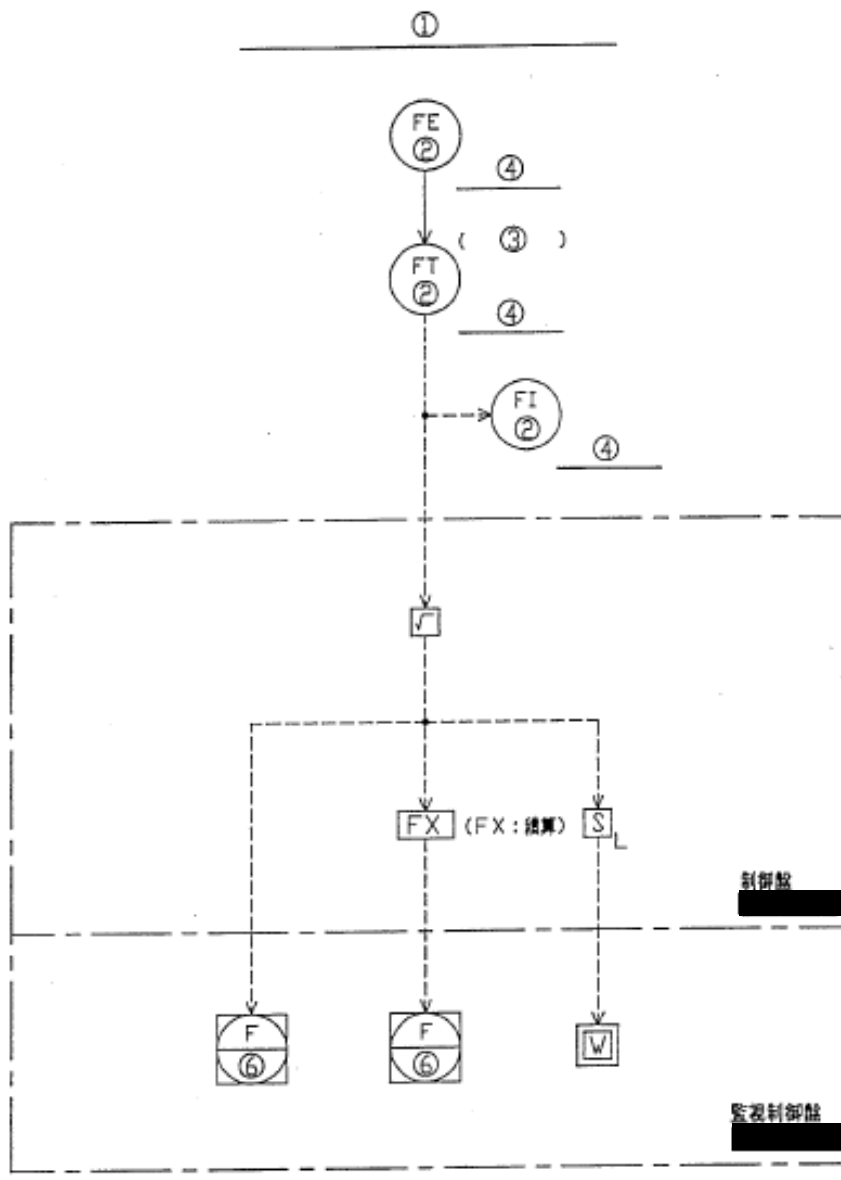
①	②	③	④	⑤	⑥
安全冷却水1A放射線レベル					
安全冷却水1B放射線レベル					
安全冷却水2放射線レベル					



①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
安全冷却水1Aポンプ出口流量		0~50m <sup>3</sup> /h				
安全冷却水1Bポンプ出口流量		0~50m <sup>3</sup> /h				
安全冷却水2ポンプ出口流量		0~85m <sup>3</sup> /h				

⑧  
 [Redacted]

第1.2.1.11-10図  
 安全冷却水系の  
 計測制御系統図(その3)  
 ( ⑦ )



①	②	③	④	⑤	⑥
安全冷却水A流量	■	0~1800m <sup>3</sup> /h	■	■	■
安全冷却水B流量	■	0~1800m <sup>3</sup> /h	■	■	■

補 12-5

■ については商業機密の観点から公開できません。

令和元年 12 月 18 日 R0

## 補足説明資料 1 3

相対変位に対する考慮について

## 目次

1. 概要
2. 相対変位に対する設計方針
3. 検討結果

## 1. 概要

再処理設備本体用の安全冷却水系冷却塔Aの設置位置を前処理建屋屋上から前処理建屋北側地上へ変更した場合、前処理建屋から安全冷却水系冷却塔A間に敷設する配管類に対する相対変位の考慮について説明する。

## 2. 相対変位に対する設計方針

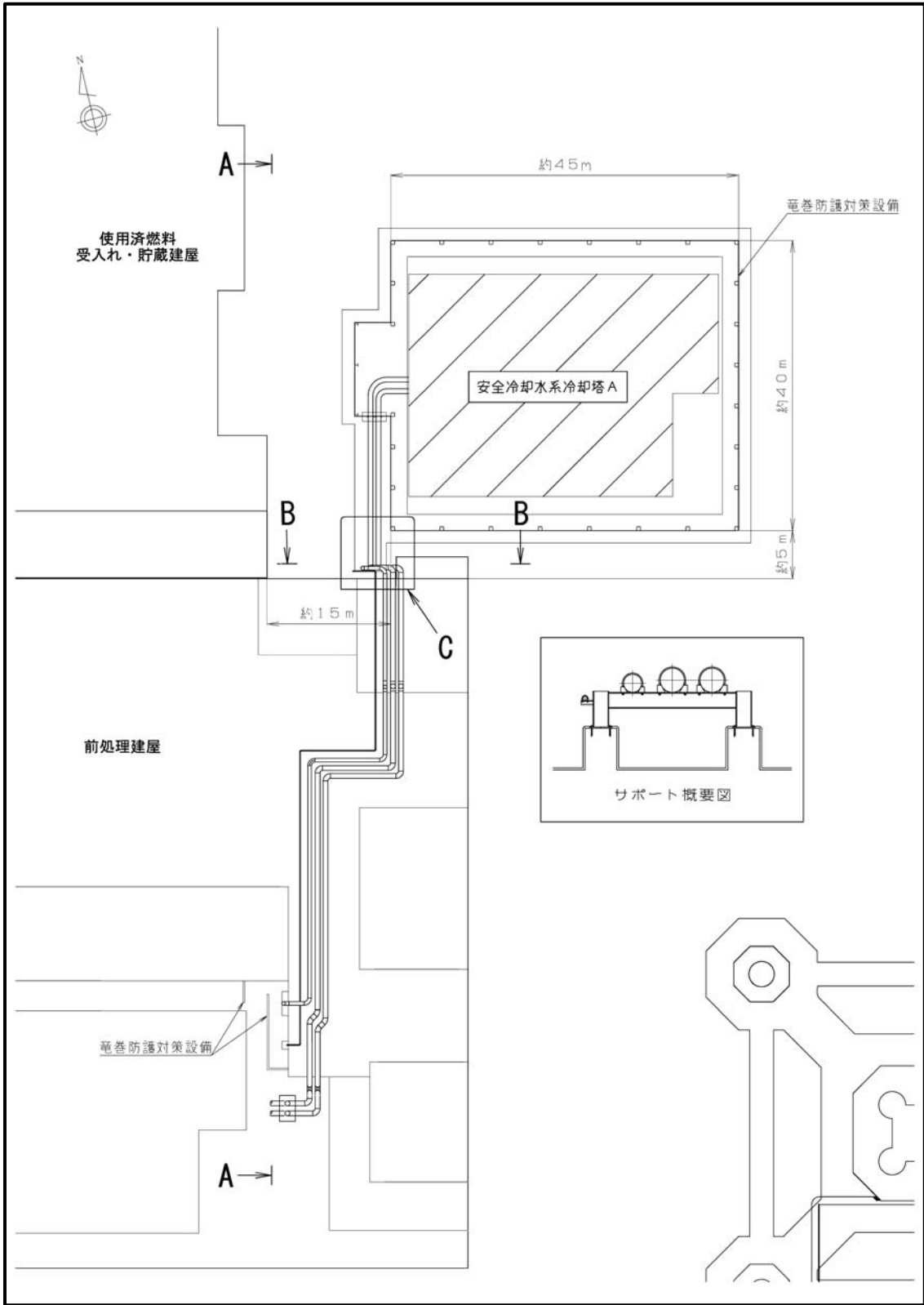
建屋・構築物間にわたって設置される配管については、地震時の3方向の相対変位を考慮し、配管ルート、サポート間隔を設計するものとする。

- ・ 検討条件（第1，2図参照）  
相対変位量：水平約20mm，鉛直約4mm
- ・ 検討対象  
冷却水配管(600A)  
ケーブル防護管（電線管）(450A, 200A)

## 3. 検討結果

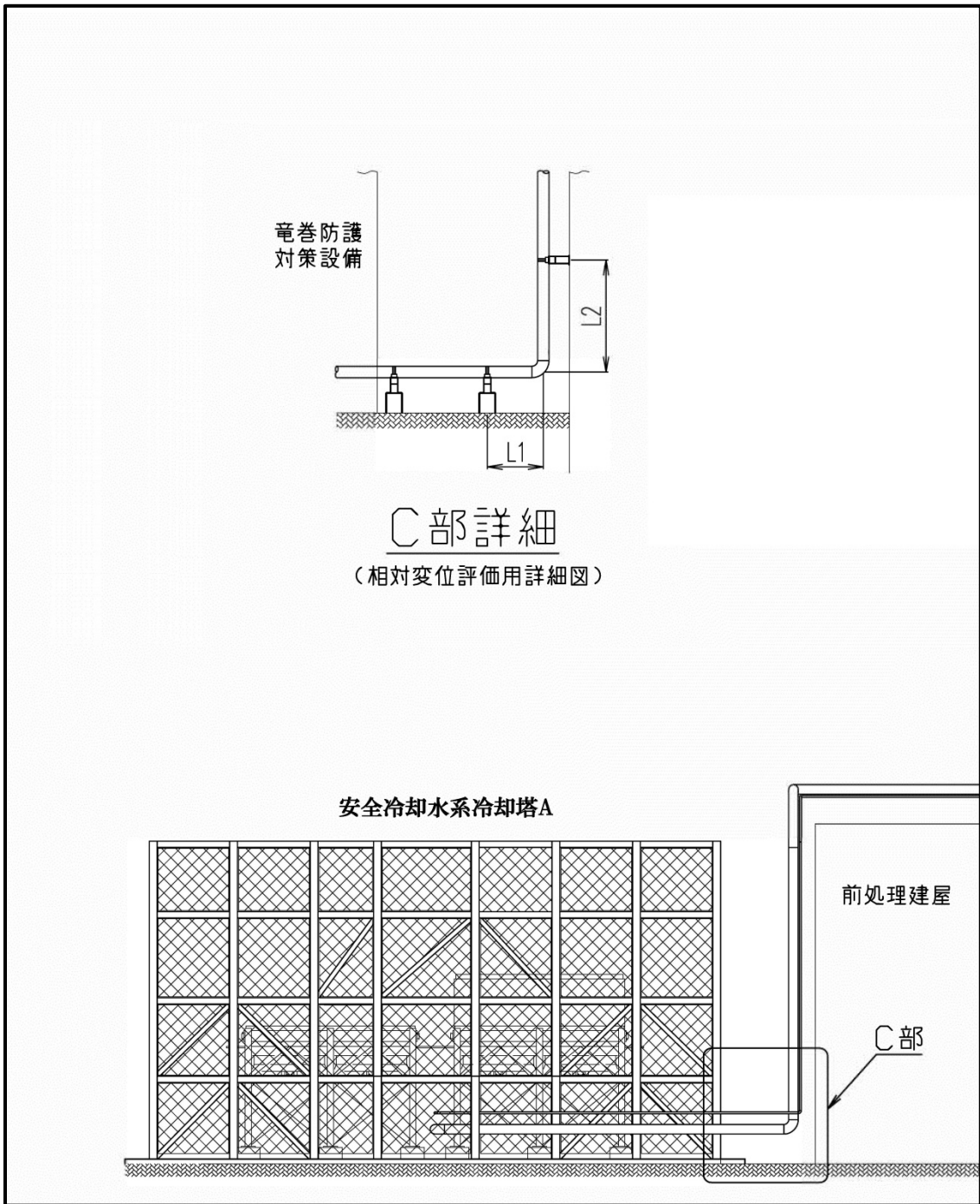
設計検討の結果は以下の通り

- ・ 冷却水配管(600A)  
一次＋二次応力：約338Mpa（許容応力：379MPa）  
相対変位に対して、一次応力，二次応力双方の影響を考慮し，支持間隔6～12mで設計する。
- ・ ケーブル防護管（電線管）(450A)  
一次＋二次応力：約378Mpa（許容応力：379MPa）  
相対変位に対して、一次応力，二次応力双方の影響を考慮し，支持間隔4.6～9mで設計する。
- ・ ケーブル防護管（電線管）(200A)  
一次＋二次応力：約386Mpa（許容応力：391MPa）  
相対変位に対して、一次応力，二次応力双方の影響を考慮し，支持間隔4.6～9.1mで設計する。



第1図 安全冷却水系冷却塔A 全体配管ルート

補13-2



第2図 安全冷却水系冷却塔A 配管ルート（冷却塔周辺）（断面）



## 参考資料 1

再処理施設の地盤モデルについて

## 1. 地盤モデルの概要

再処理施設の耐震設計に用いる基準地震動は、T.P. - 70mの鷹架層に想定した解放基盤表面に定義されたものであることから、建物・構築物の地震応答解析を行うにあたっては、解放基盤表面以浅の地盤の影響を考慮し、各建物位置での入力地震動を評価する必要がある。

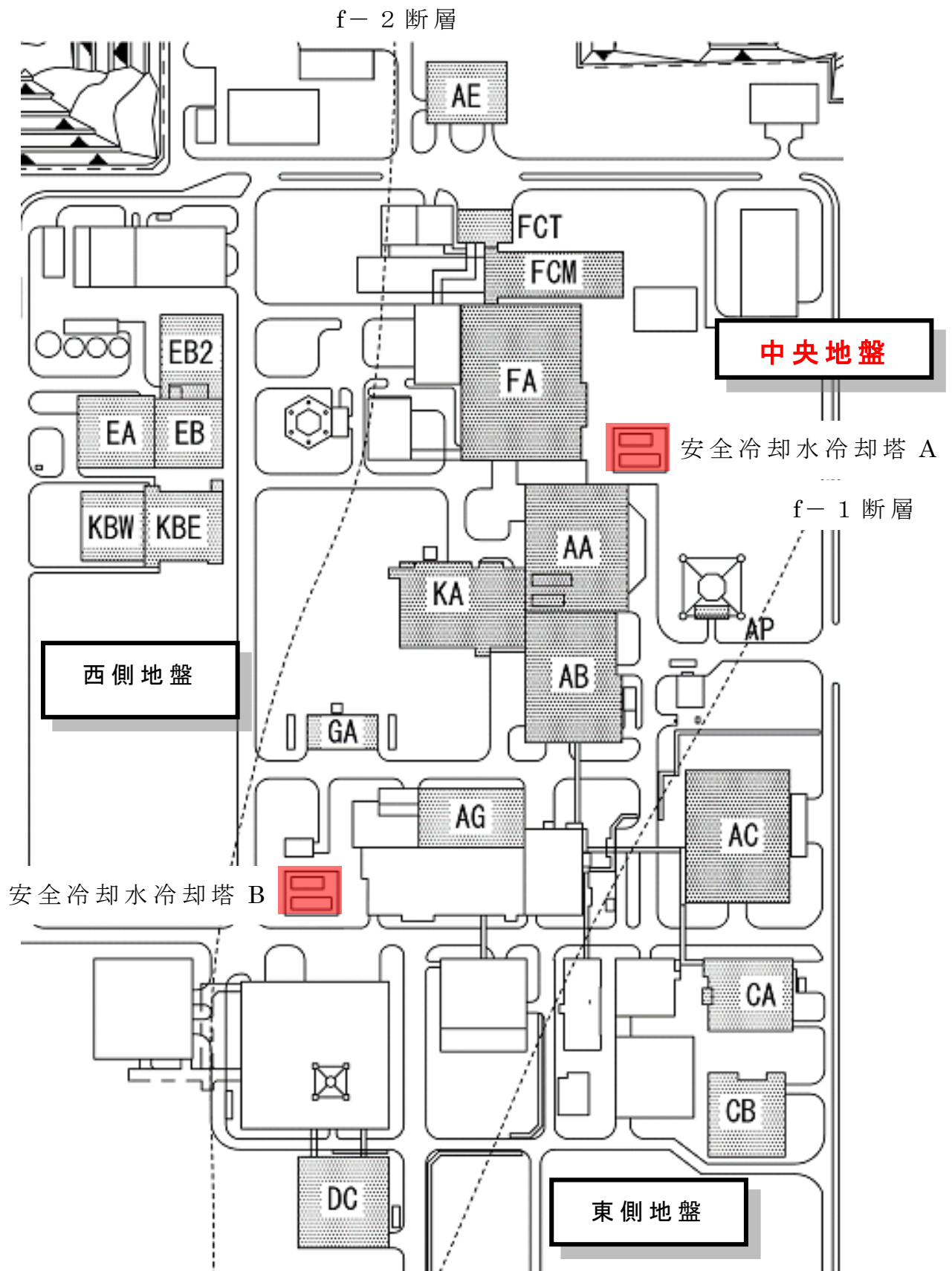
本施設の敷地は、著しい高低差のない平坦な地形であり、また、解放基盤表面から建物の設置位置までは、新第三紀の岩盤である鷹架層が平面的にも広範囲に渡って分布していることから、水平成層地盤モデルを用いた一次元波動論によることとしている。

水平成層地盤モデルの設定にあたっては、多くの重要な施設が敷地全体に広がっていること、また、敷地内には  $f - 1$  及び  $f - 2$  の断層が認められ、同じ新第三紀の岩盤ではあるものの、断層を境にして、西側では鷹架層上部層、中央部では鷹架層下部層、東側では鷹架層中部層が、建物設置レベル付近に広く分布するという特性を考慮し、下記に示す3領域毎に地盤モデルを設定している。建物配置と水平成層地盤モデルとの関連を第1図に示す。

東側地盤：  $f - 1$  断層より東側の水平成層地盤モデル

中央地盤：  $f - 1$  及び  $f - 2$  断層間の水平成層地盤モデル

西側地盤：  $f - 2$  断層より西側の水平成層地盤モデル



参 1-3

提出年月日	令和元年 12 月 19 日	R8
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  
(航空機落下)

## 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. 航空機落下に対する防護設計の基本方針

##### 2. 1 航空機落下に対する防護設計の要否確認の対象の選定

##### 2. 2 評価対象とする航空機落下事故の選定

#### 3. 評価対象とする航空機落下事故

#### 4. 標的面積の設定

#### 5. 再処理施設への航空機落下確率

### 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要求事項を整理する。

(第1-1表)

第1-1表 事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針 比較表 (1/5)

事業指定基準規則 第九条 (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>1 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>(解説)</p> <p>1 自然環境及び社会環境について、申請者が行った文献調査及び現地調査の結果を、建物・構築物の配置を含む設計の妥当性の判断及び各種の評価に用いることが適切であることを確認するほか、必要に応じ現地調査等を行い、申請者の行った各種の調査結果の確認を行うものとする。</p>	<p>追加要求事項</p>



第1-1表 事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針 比較表 (2/5)

事業指定基準規則 第九条 (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>指針14 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>1 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環境をもとに津波、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。</p> <p>2 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苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。</p> <p>3 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>前記のとおり</p>

第1-1表 事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針 比較表 (3/5)

事業指定基準規則 第九条 (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>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>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>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</p> <p>1 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環境をもとに津波、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。</p> <p>2 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苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。</p> <p>3 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>追加要求事項</p>

第1-1表 事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針 比較表 (4/5)

事業指定基準規則 第九条 (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>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>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>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>(解説)</p> <p>2 社会環境に関する事象として注目すべき点は、近接工場における事故及び航空機に係る事故である。 近接工場における事故については、事故の種類と施設までの離隔距離との関連においてその影響を評価した上で、必要な場合、安全上重要な施設が適切に保護されていることを確認すること。 航空機に係る事故については、航空機に係る施設の事故防止対策として、航空機の施設上空の飛行制限等を勘案の上、その発生の可能性について評価した上で、必要な場合は、安全上重要な施設のうち特に重要と判断される施設が、適切に保護されていることを確認すること。</p>	<p>追加要求事項</p>

第1-1表 事業指定基準規則第九条と再処理施設安全審査指針 比較表 (5/5)

事業指定基準規則 第九条 (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>7 第3項に規定する「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。）」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。</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>		前記のとおり

## 1. 2 要求事項に対する適合性

### (1) 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、自然現象そのものを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、安全上重要な施設に対しては、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变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況を基に想定される飛来物（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。以下「人為事象」という。）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。

自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）の組み合わせについて

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人為事象（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。

## (2) 航空機落下

再処理施設の上空には三沢特別管制区があり、南方向約10 kmの位置には三沢対地訓練区域がある。三沢対地訓練区域で対地射爆撃訓練飛行中の航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、当区域で多くの訓練飛行が行われているという立地地点固有の社会環境等を配慮し、仮に訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに、一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えるおそれのある施設は、航空機に対して貫通が防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できる堅固な建物・構築物で適切に保護する等、安全確保上支障がないように設計する。建物・構築物の防護設計においては、余裕を考慮し、航空機総重量20 t、速度150m/sから求まる衝撃荷重を用いる。

上記の防護設計を踏まえ、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を収納する建屋及び屋外に設置する安全上重要な施設を対象に、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物については係数を適用して航空機落下確率を評価した結果、追加の防護設計は必要

ない。

### 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

省略。

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。

想定される人為事象は、国内外の文献を参考に人為事象を抽出し、再処理施設の立地及び周辺環境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を選定した上で、設計上の考慮が必要な人



為事象を想定する。

(1) 航空機落下

三沢対地訓練区域で対地射爆撃訓練飛行中の航空機については、当該区域が再処理施設の南方向約10 kmと離れており、また、航空機は原則として原子力関係施設上空を飛行しないよう規制されること等から、航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、当該区域で多くの訓練飛行が行われているという立地地点固有の社会環境等を配慮し、仮に訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定しても安全確保上支障がないように設計する。

その上で、安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の喪失により公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがあること、並びに安全機能を有する施設は冷却、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要求されていることから、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を収納する建屋及び屋外に設置する安全上重要な施設を対象に、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物については係数を適用して航空機落下確率を評価した結果、航空機落下確率は $4.5 \times 10^{-8}$ （回／年）となり、判断基準である $10^{-7}$ （回／年）を超えないことから、追加の防護設計は必要ない。

## 2. 航空機落下に対する防護設計の基本方針

再処理施設の上空には三沢特別管制区があり、南方向約 10 k m の位置には三沢対地訓練区域がある。三沢対地訓練区域で対地射爆撃訓練飛行中の航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、当区域で多くの訓練飛行が行われているという立地地点固有の社会環境等を配慮し、仮に訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに、一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えるおそれのある施設は、航空機に対して貫通が防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できる堅固な建物・構築物で適切に保護する等、安全確保上支障がないように設計する。

上記の防護設計を踏まえ、航空機落下確率評価に当たっては「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）（平成 14・07・29 原院第 4 号）」（以下「航空機落下評価ガイド」という。）を参考として、施設に対する追加の防護設計の要否を確認する。

安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の喪失により公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがあること、並びに安全機能を有する施設は冷却、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要求されていることから、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を収納する建屋及び屋外に設置する安全上重要な施設を航空機落下確率の評価対象とする。

【補足説明資料 2 - 2】

## 2. 1 航空機落下に対する防護設計の要否確認の対象の選定

航空機落下評価ガイドを参考として、航空機落下に対する防護設計の要否を確認することとし、航空機落下に対する追加の防護設計の要否確認の対象として、安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の喪失により公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがあること、並びに安全機能を有する施設は冷却、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要求されていることから、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を選定する。

## 2. 2 評価対象とする航空機落下事故の選定

航空機落下については、航空機落下評価ガイドを参考として、航空機落下事故の分類ごとに航空機落下確率評価の要否を確認する。

【補足説明資料 2 - 1】

### (1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故

- a. 飛行場での離着陸時における落下事故について、再処理施設周辺に立地する三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して $\pm 60^\circ$ の扇型区域から外れることから、航空機落下確率評価は不要とする。
- b. 航空路を巡航中の落下事故について、再処理施設上空に航空法第37条に基づく航空路の指定に関する告示により指定されている航空路は存在しないが、航空路誌（A I P）に掲載された直行経路M I S A W A（M I S）－C H I T O S E（Z Y T）が存在することから、当該直行経路

を計器飛行方式民間航空機が飛行することを想定し、航空機落下確率評価を行う。

(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

再処理施設上空の三沢特別管制区は、航空法第94条の2により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されていることから、航空機落下確率評価は不要とする。

(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故

a. 訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故について、再処理施設の上空に訓練空域は存在しないことから、訓練空域周辺を飛行中の落下事故について、航空機落下確率評価を行う。

b. 基地－訓練空域間往復時の落下事故について、再処理施設は、基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないことから、航空機落下確率評価は不要とする。

### 3. 評価対象とする航空機落下事故

評価対象とする航空機落下事故は、国内における落下事故とし、対象期間は計器飛行方式民間航空機については平成 11 年 1 月から平成 30 年 12 月<sup>\*1</sup>までの 20 年間、自衛隊機又は米軍機については平成 11 年 4 月から平成 31 年 3 月<sup>\*2</sup>までの 20 年間とする。

※1 平成 11 年 1 月から平成 24 年 12 月での期間は「航空機落下事故に関するデータ平成 28 年 6 月 原子力規制委員会」、平成 25 年 1 月から平成 30 年 12 月までの期間は「国土交通省 運輸安全委員会 報告書」検索結果による。

※2 平成 11 年 4 月から平成 24 年 12 月での期間は「航空機落下事故に関するデータ 平成 28 年 6 月 原子力規制委員会」、平成 25 年 1 月から平成 31 年 3 月までの期間は「文林堂 航空ファン (no. 723-798)」による。

#### (1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故

対象期間において、航空路を巡航中の落下事故は発生していないが、安全側に事故件数を 0.5 回とする。

#### (2) 自衛隊機又は米軍機の落下事故

航空機落下評価ガイドの「有視界飛行方式民間航空機の落下事故」の落下確率評価においては、「小型機では機体重量、飛行速度、落下時の衝撃力（荷重）、衝突時の衝突面積が大型機に比べて小さいこと、一般に格納容器や原子炉建屋が堅固な構築物であること等から原子炉施設に落下した場合においてもその影響を及ぼす原子炉施設の範囲が大型機の

落下に比べて著しく小さくなることを考慮する。」とされており、対象航空機の種類による係数を用いて航空機落下確率を評価することとされている。

一方、再処理施設は、再処理施設の南方向約10kmに三沢対地訓練区域があり、自衛隊機及び米軍機が訓練を行っていることから、F-16等が再処理施設に衝突した場合でも、鉄筋コンクリート版等の機体全体の衝突による全体的な破壊及びエンジンの衝突による局所的な破壊（貫通及び裏面剥離）により安全上重要な施設の安全機能が損なわれないよう、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている。防護設計を行う建物・構築物及び防護方法について第3-1表に示す。

#### 【補足説明資料3-1】

これらを踏まえ、再処理施設のうち建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物に対する航空機落下確率評価においては、航空機の衝突による影響がF-16等と同程度かそれ以下の航空機については、対象航空機の種類による係数を適用することとする。

係数を適用する場合の条件を以下に示す。

#### 【補足説明資料3-2】

《機体全体の衝突による全体的な破壊》

- ・ 全体的な破壊に用いる衝撃荷重の設定要素となる機体重量及び速度のいずれもF-16等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとする。

《エンジンの衝突による局所的な破壊》

- ・ 局所的な破壊に用いる貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さの算定要素となるエンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとする。

評価対象とする航空機落下事故は、自衛隊機 10 回（うち 8 回が係数適用）及び米軍機 3 回（うち 2 回が係数適用）となる。

【補足説明資料 3-3】

第3-1表 防護設計を行う建物・構築物及び防護方法

防護設計を行う建物・構築物	防 護 方 法
使用済燃料輸送容器管理建屋	使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫を壁等により防護する。
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
前処理建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
分離建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
精製建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ウラン脱硝建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ウラン酸化物貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
高レベル廃液ガラス固化建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
第1ガラス固化体貯蔵建屋	貯蔵区域及び受入れ室を壁等により保護する。
低レベル廃液処理建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
低レベル廃棄物処理建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ハル・エンドピース貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
制御建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
分析建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
非常用電源建屋	電気室を壁等により保護する。第2非常用ディーゼル発電機は分離配置を行う。
冷却水設備の安全冷却水系	分離配置を行う。



(つづき)

防護設計を行う建物・構築物	防 護 方 法
<p>洞 道</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分離建屋と高レベル廃液ガラス固化建屋を接続する洞道</li> <li>・分離建屋，精製建屋，ウラン脱硝建屋，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋，低レベル廃液処理建屋，低レベル廃棄物処理建屋及び分析建屋を接続する洞道のうち，低レベル廃液処理建屋に接続する東側の洞道並びにウラン脱硝建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に接続する洞道を除く部分</li> <li>・精製建屋とウラン脱硝建屋を接続する洞道</li> <li>・精製建屋とウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を接続する洞道</li> <li>・ウラン脱硝建屋とウラン酸化物貯蔵建屋を接続する洞道</li> <li>・高レベル廃液ガラス固化建屋と第1ガラス固化体貯蔵建屋を接続する洞道</li> <li>・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋と冷却水設備の安全冷却水系を接続する洞道</li> <li>・前処理建屋，分離建屋，精製建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋，制御建屋，非常用電源建屋，冷却水設備の安全冷却水系，主排気筒及び主排気筒管理建屋を接続する洞道のうち，安全上重要な施設としての排気ダクト又は主排気筒の排気筒モニタに接続する非常用所内電源ケーブルのみを収納する洞道を除く部分</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洞道を堅固な構造とする。</li> <li>・洞道を堅固な構造とする。</li> <li>・洞道を堅固な構造とする。</li> <li>・洞道を堅固な構造とする。</li> <li>・洞道を堅固な構造とする。</li> <li>・洞道を堅固な構造とする。</li> <li>・分離配置を行う。</li> <li>・冷却水設備の安全冷却水系に接続する部分は分離配置し，その他は洞道を堅固な構造とする。</li> </ul>

#### 4. 標的面積の設定

再処理施設は、工程ごとに安全機能が独立して複数の建屋で構成されていることから、追加の防護設計の要否確認の対象として選定した安全上重要な施設を収納する建屋及び屋外に設置する安全上重要な施設並びに安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物の面積を合算した面積を標的面積とする。

また、安全圧縮空気系、安全冷却水系、非常用所内電源系統、主排気筒、安全保護回路及び安全上重要な計測制御系の安全上重要な施設に係る建物・構築物間に敷設する配管、ダクト及びケーブルのうち、地下に位置する洞道内に設置されているものについては、航空機落下の影響を受けるおそれがないことから標的面積には含めない。

安全機能を維持する観点で含める安全上重要な施設の選定結果を第4-1表に、また、選定した安全上重要な施設に係る建物・構築物を第4-2表に示す。

第4-3表に建物・構築物ごとの標的面積を示す。

第4-3表に示すとおり、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を対象とした場合に標的面積が最大となり、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている施設の標的面積  $0.031 \text{ k m}^2$  に建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない施設の標的面積  $0.012 \text{ k m}^2$  を加えて  $0.043 \text{ k m}^2$  となる。

【補足説明資料4-1】

第4-1表 安全機能の維持に必要な安全上重要な施設の選定結果

建物・構築物	各建屋に収容する安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物							安全保護回路, 安全上重要な 計測制御系
	非常用所内電源系統		安全圧縮 空気系	主排気筒	安全冷却水系			
	使用済燃料の 受入れ施設及 び貯蔵施設	再処理 設備本体			使用済燃料の 受入れ施設及 び貯蔵施設用	再処理設備 本体用	第2非常用 ディーゼル 発電機用	
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○				○			○
前処理建屋		○	○	○		○	○	○
分離建屋		○	○	○		○	○	○
精製建屋		○	○	○		○	○	○
ウラン脱硝建屋								○
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋		○	○	○		○	○	○
ウラン酸化物貯蔵建屋								
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋		○					○	
高レベル廃液ガラス固化建屋		○	○	○		○	○	○
第1ガラス固化体貯蔵建屋								
チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋								
ハル・エンド ピース貯蔵建屋								
制御建屋		○					○	○
分析建屋								
非常用電源建屋		○					○	
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A	○				○			
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B	○				○			
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A		○				○	○	
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B		○				○	○	
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A		○					○	
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔B		○					○	
主排気筒				○				

4-2

第4-2表 安全上重要な施設に係る建物・構築物

安全上重要な施設		安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物
安全圧縮空気系		<ul style="list-style-type: none"> <li>・前処理建屋（圧縮空気設備）</li> <li>・再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔</li> <li>・前処理建屋（地上部安全冷却水系配管等）</li> <li>・非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）</li> <li>・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔</li> </ul>
安全冷却水系	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（第1非常用ディーゼル発電機）</li> </ul>
	再処理設備本体用 安全冷却水系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔</li> <li>・前処理建屋（地上部安全冷却水系配管等）</li> <li>・非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）</li> <li>・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔</li> </ul>
	第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔</li> <li>・非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）</li> </ul>
非常用所内電源系統	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（第1非常用ディーゼル発電機）</li> <li>・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</li> </ul>
	再処理設備本体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用電源建屋（第2非常用ディーゼル発電機）</li> <li>・第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔</li> </ul>
主排気筒		<ul style="list-style-type: none"> <li>・分離建屋，精製建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋（地上部ダクト）</li> <li>・主排気筒</li> </ul>
安全保護回路，安全上重要な計測制御系	使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋</li> </ul>
	再処理設備本体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・制御建屋</li> </ul>

第4-3表 再処理施設の標的面積

建物・構築物 <sup>※4</sup>	安全機能の維持に必要な建物・構築物 <sup>※4</sup>	標的面積 <sup>※1</sup> A (k m <sup>2</sup> )
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋 【9400】	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A, B	0.016 A1:0.010 A2:0.006
前処理建屋【6000】 LPG ボンベユニット【40】 地上部安全冷却水系配管等 <sup>※2</sup> 【770】	分離建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制 御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷 却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	0.039 A1:0.027 A2:0.012
分離建屋【5700】 地上部ダクト <sup>※2</sup> 【710】	前処理建屋, LPG ボンベユニット(前処理建屋), 地上部 安全冷却水系配管等(前処理建屋), 精製建屋 <sup>※5</sup> , 地上 部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋 <sup>※</sup> <sup>5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋), 制御 建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷 却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電機用 安 全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	0.039 A1:0.027 A2:0.012
精製建屋【6500】 地上部ダクト <sup>※2</sup> 【300】	前処理建屋, 地上部安全冷却水系配管等(前処理建 屋), 分離建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 高レベル 廃液ガラス固化建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガ ラス固化建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設 備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディ ーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	0.039 A1:0.027 A2:0.012
ウラン脱硝建屋【1500】	制御建屋	0.005 A1:0.005 A2: -
ウラン・プルトニウム混合脱 硝建屋【4000】	前処理建屋, 地上部安全冷却水系配管等(前処理建 屋), 分離建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固 化建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建 屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電 機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	0.043 A1:0.031 A2:0.012
ウラン酸化物貯蔵建屋 【2700】	(該当なし)	0.003 A1:0.003 A2: -
ウラン・プルトニウム混合酸 化物貯蔵建屋【2700】	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋, 非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B	0.012 A1:0.007 A2:0.005
高レベル廃液ガラス固化建屋 【5100】 地上部ダクト <sup>※2</sup> 【150】	前処理建屋, LPG ボンベユニット(前処理建屋), 地上部 安全冷却水系配管等(前処理建屋), 分離建屋 <sup>※5</sup> , 地上 部ダクト(分離建屋), 精製建屋 <sup>※5</sup> , 地上部ダクト(精製 建屋), 制御建屋, 非常用電源建屋, 再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A, B, 第2非常用ディーゼル発電 機用 安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒	0.039 A1:0.027 A2:0.012

(つづき)

建物・構築物※ <sup>4</sup>	安全機能の維持に必要な建物・構築物※ <sup>4</sup>	標的面積※ <sup>1</sup> A (k m <sup>2</sup> )
第1 ガラス固化体貯蔵建屋 【5700】	(該当なし)	0.006 A1: - A2: 0.006
チャンネル ボックス・バーナ ブル ポイズン 処理 建屋 【3500】	(該当なし)	0.004 A1: 0.004 A2: -
ハル・エンド ピース貯蔵建屋 【2200】	(該当なし)	0.003 A1: 0.003 A2: -
制御建屋【2900】	非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.008 A1: 0.003 A2: 0.005
分析建屋【4900】	(該当なし)	0.005 A1: 0.005 A2: -
非常用電源建屋【1200】	第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.005 A1: - A2: 0.005
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A※ <sup>2</sup> 【2200】	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	0.013 A1: 0.010 A2: 0.003
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B※ <sup>2</sup> 【3500】	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	0.014 A1: 0.010 A2: 0.004
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔A※ <sup>2</sup> 【1700】	前処理建屋, 地上部安全冷却水系配管等 (前処理建屋), 非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.012 A1: 0.006 A2: 0.006
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔B※ <sup>2</sup> 【1700】	非常用電源建屋, 第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A, B	0.006 A1: - A2: 0.006
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔A※ <sup>2</sup> 【1500】	非常用電源建屋	0.003 A1: - A2: 0.003
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔B※ <sup>2</sup> 【1500】	非常用電源建屋	0.003 A1: - A2: 0.003
主排気筒※ <sup>2,3</sup> 【2200】	分離建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(分離建屋), 精製建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(精製建屋), 高レベル廃液ガラス固化建屋※ <sup>5</sup> , 地上部ダクト(高レベル廃液ガラス固化建屋)	0.022 A1: 0.018 A2: 0.004

- ※1 A1: 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物の面積  
A2: 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物の面積
- ※2 竜巻防護対策設備を含む。
- ※3 主排気筒管理建屋及び地上部ダクトを含む。
- ※4 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物を斜体で示す。
- ※5 地上部ダクトの支持構造物となる建物・構築物
- 【 】内の値はそれぞれの建物・構築物の面積 (m<sup>2</sup>) を示す。

## 5. 再処理施設への航空機落下確率

再処理施設への航空機落下確率は、「計器飛行方式民間航空機」及び「自衛隊機又は米軍機」の航空機落下確率の総和とし、最大の標的面積となるウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を対象とした航空機落下確率を以下に示す。

また、建物・構築物ごとの航空機落下確率を第5-1表に示す。

### (1) 計器飛行方式民間航空機

航空路（直行経路）を巡航中の計器飛行方式民間航空機の再処理施設への航空機落下確率を以下に示す。

$$\begin{aligned} P_c &= \frac{f_c \times N_c \times A}{W} \\ &= \frac{(0.5 / 11,497,450,753) \times 1,825 \times 0.043}{14.816} \\ &= 2.3 \times 10^{-10} \text{ (回/年)} \end{aligned}$$

$P_c$  : 再処理施設への巡航中の航空機落下確率 (回/年)

$N_c$  : 評価対象とする直行経路の年間飛行回数 ; 1,825 (飛行回/年)

(注1)

$A$  : 再処理施設の標的面積 ; 0.043 (k m<sup>2</sup>)

$W$  : 航空路幅 ; 14.816 (k m)

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

$G_c$  : 巡航中事故件数 ; 0.5 (回)

$H_c$  : 延べ飛行距離 ; 11,497,450,753 (飛行回・k m) (注2)

(注1) 国土交通省航空局に問い合わせた結果 (平成27年の札幌管制区  
のピークデ이의交通量) を365倍した値。

【補足説明資料5-1】

(注2) 平成11年1月から平成24年12月での期間は「航空機落下事故に関するデータ 平成28年6月 原子力規制委員会」、平成25年1月から平成30年12月までの期間は「航空輸送統計調査」による。

【補足説明資料5-2】

(2) 自衛隊機又は米軍機

訓練空域周辺を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率を以下に示す。

【補足説明資料5-3】

$$P_{sox} = P_{so_1} + P_{so_2}$$

$P_{sox}$  : 訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)

$P_{so_1}$  : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設への訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)

$P_{so_2}$  : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としない再処理施設への訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)



a. 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設への航空機落下確率

$$\begin{aligned}
 P_{SO1} &= \left( \frac{f_{SO1}}{S_o} \times AI \times \alpha \right) + \left( \frac{f_{SO2}}{S_o} \times AI \right) \\
 &= \left( \frac{0.4}{295,675} + \frac{0.1}{372,410} \right) \times 0.031 \times 0.1 + \\
 &\quad \left( \frac{0.1}{295,675} + \frac{0.05}{372,410} \right) \times 0.031 \\
 &= 2.0 \times 10^{-8} \text{ (回/年)}
 \end{aligned}$$

$f_{SO1}$  : 係数を適用する航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 :  $8/20=0.4$  (回/年), 米軍機 :  $2/20=0.1$  (回/年)

$f_{SO2}$  : 係数を適用しない航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 :  $2/20=0.1$  (回/年), 米軍機 :  $1/20=0.05$  (回/年)

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

自衛隊機 : 295,675 (km<sup>2</sup>), 米軍機 : 372,410 (km<sup>2</sup>) (注1)

$AI$  : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設の標的面積 ; 0.031 (km<sup>2</sup>)

$\alpha$  : 係数 ; 0.1

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

b. 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処理施設への航空機落下確率

$$\begin{aligned}
 P_{SO_2} &= \left( \frac{f_{SO_1} + f_{SO_2}}{S_o} \times A_2 \right) \\
 &= \left( \frac{0.4 + 0.1}{295,675} + \frac{0.1 + 0.05}{372,410} \right) \times 0.012 \\
 &= 2.6 \times 10^{-8} \text{ (回/年)}
 \end{aligned}$$

$f_{SO_1}$  : 係数を適用する航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 :  $8/20=0.4$  (回/年), 米軍機 :  $2/20=0.1$  (回/年)

$f_{SO_2}$  : 係数を適用しない航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 :  $2/20=0.1$  (回/年), 米軍機 :  $1/20=0.05$  (回/年)

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

自衛隊機 : 295,675 ( $\text{km}^2$ ), 米軍機 : 372,410 ( $\text{km}^2$ ) (注1)

$A_2$  : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処理施設の標的面積 ; 0.012 ( $\text{km}^2$ )

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

c. 自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率

上記 a. 及び b. の合計値を以下に示す。

$$\begin{aligned}
 P_{SOX} &= P_{SO_1} + P_{SO_2} \\
 &= 4.5 \times 10^{-8} \text{ (回/年)}
 \end{aligned}$$

(3) 再処理施設への航空機落下確率

(1) 及び(2)に示す計器飛行方式民間航空機及び自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率の総和は、 $4.5 \times 10^{-8}$  (回/年) となり、防護設計の判断基準である  $10^{-7}$  (回/年) を超えないことから、追加の防護設計は必要ない。

【補足説明資料 5 - 4】

第5-1表 建物・構築物毎の航空機落下確率

建物・構築物	標的面積 (k m <sup>2</sup> )	航空機落下確率 (回/年)		
		民間航空機	自衛隊機又は 米軍機	合計
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	0.016	$8.6 \times 10^{-11}$	$1.9 \times 10^{-8}$	$1.9 \times 10^{-8}$
前処理建屋	<u>0.039</u>	$2.1 \times 10^{-10}$	$4.3 \times 10^{-8}$	$4.3 \times 10^{-8}$
分離建屋	<u>0.039</u>	$2.1 \times 10^{-10}$	$4.3 \times 10^{-8}$	$4.3 \times 10^{-8}$
精製建屋	<u>0.039</u>	$2.1 \times 10^{-10}$	$4.3 \times 10^{-8}$	$4.3 \times 10^{-8}$
ウラン脱硝建屋	0.005	$2.7 \times 10^{-11}$	$3.2 \times 10^{-9}$	$3.2 \times 10^{-9}$
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	<u>0.043</u>	$2.3 \times 10^{-10}$	$4.5 \times 10^{-8}$	$4.5 \times 10^{-8}$
ウラン酸化物貯蔵建屋	0.003	$1.7 \times 10^{-11}$	$2.0 \times 10^{-9}$	$2.0 \times 10^{-9}$
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	0.012	$6.5 \times 10^{-11}$	$1.5 \times 10^{-8}$	$1.5 \times 10^{-8}$
高レベル廃液ガラス固化建屋	<u>0.039</u>	$2.1 \times 10^{-10}$	$4.3 \times 10^{-8}$	$4.3 \times 10^{-8}$
第1ガラス固化体貯蔵建屋	0.006	$3.3 \times 10^{-11}$	$1.3 \times 10^{-8}$	$1.3 \times 10^{-8}$
チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋	0.004	$2.2 \times 10^{-11}$	$2.6 \times 10^{-9}$	$2.6 \times 10^{-9}$
ハル・エンド ピース貯蔵建屋	0.003	$1.7 \times 10^{-11}$	$2.0 \times 10^{-9}$	$2.0 \times 10^{-9}$
制御建屋	0.008	$4.3 \times 10^{-11}$	$1.3 \times 10^{-8}$	$1.3 \times 10^{-8}$
分析建屋	0.005	$2.7 \times 10^{-11}$	$3.2 \times 10^{-9}$	$3.2 \times 10^{-9}$
非常用電源建屋	0.005	$2.7 \times 10^{-11}$	$1.1 \times 10^{-8}$	$1.1 \times 10^{-8}$
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 A	0.013	$7.0 \times 10^{-11}$	$1.3 \times 10^{-8}$	$1.3 \times 10^{-8}$
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 B	0.014	$7.5 \times 10^{-11}$	$1.5 \times 10^{-8}$	$1.5 \times 10^{-8}$
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A	0.012	$6.5 \times 10^{-11}$	$1.7 \times 10^{-8}$	$1.7 \times 10^{-8}$
再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 B	0.006	$3.3 \times 10^{-11}$	$1.3 \times 10^{-8}$	$1.3 \times 10^{-8}$
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A	0.003	$1.7 \times 10^{-11}$	$6.3 \times 10^{-9}$	$6.3 \times 10^{-9}$
第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 B	0.003	$1.7 \times 10^{-11}$	$6.3 \times 10^{-9}$	$6.3 \times 10^{-9}$
主排気筒	<u>0.022</u>	$1.2 \times 10^{-10}$	$2.0 \times 10^{-8}$	$2.0 \times 10^{-8}$

5-6

## 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(航空機落下)

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	事業指定基準規則第9条と許認可実績等との比較表			欠番
補足説明資料2-1	評価対象とする航空機落下事故の選定結果	10/4	0	新規作成(2019/9/11審査会合 資料番号6として提出)
補足説明資料2-2	実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について	12/19	4	新規作成
補足説明資料3-1	再処理施設の防護設計について(既許可申請書)	10/4	0	新規作成
補足説明資料3-2	係数を適用する航空機選定の考え方について	12/9	2	新規作成
補足説明資料3-3	評価対象とする訓練空域周辺を飛行中の落下事故及び係数を適用する航空機の選定結果	12/9	2	新規作成(2019/9/11審査会合 資料番号6として提出)
補足説明資料4-1	1/10の係数を適用する建物・構築物について	12/9	2	新規作成
補足説明資料5-1	評価対象となる航空路等の飛行回数	10/4	0	新規作成(2019/9/11審査会合 資料番号6として提出)
補足説明資料5-2	民間航空機の延べ飛行距離	10/4	0	新規作成(2019/9/11審査会合 資料番号6として提出)
補足説明資料5-3	航空機落下確率の端数処理について	12/18	3	新規作成
補足説明資料5-4	対象となる全ての建物・構築物の面積を合算した場合の航空機落下確率	12/18	2	新規作成(2019/9/11審査会合 資料番号6として提出)

補足説明資料 2 - 1

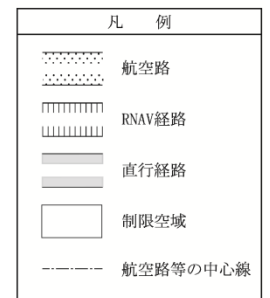
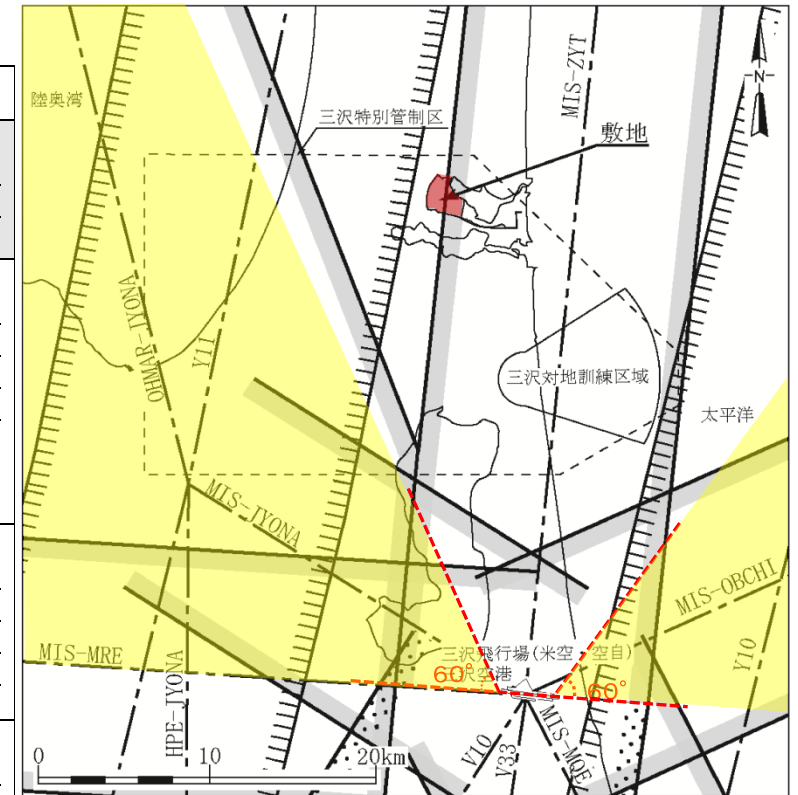
評価対象とする航空機落下事故の選定結果

評価対象とする航空機落下事故の選定結果を第 2 - 1 表に示す。



第2-1表 評価対象とする航空機落下事故の選定結果 (1/5)

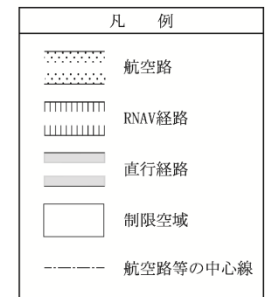
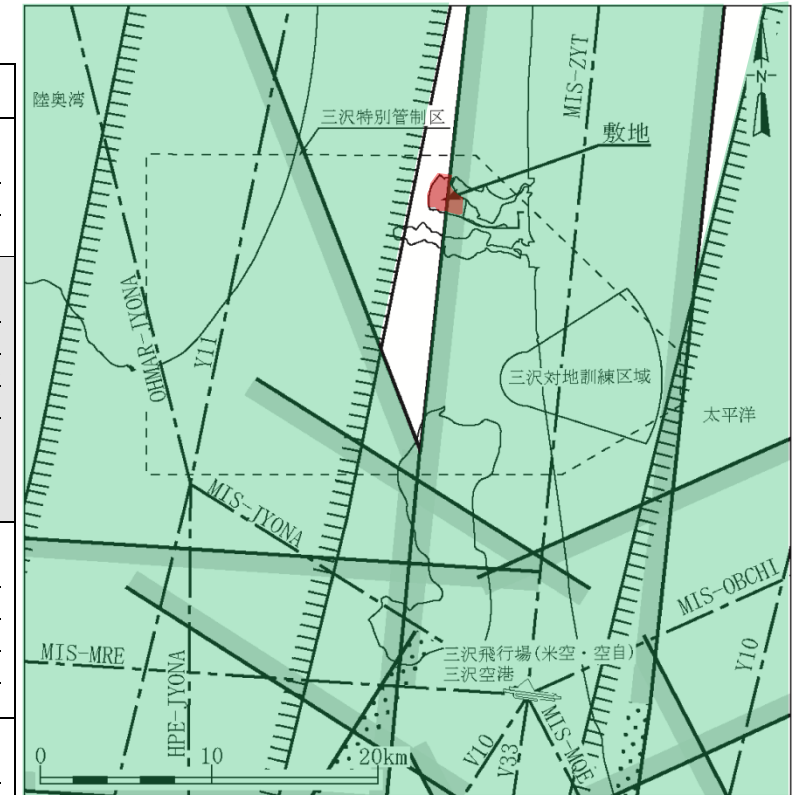
落下事故の種類		落下確率評価不要な場合	落下確率評価の要否
i) 計器飛行方式民間航空機の落下事故	a) 飛行場での離着陸時における落下事故	飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れる場合は評価不要。	<b>評価対象外</b> 再処理施設は、三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れるため評価不要。
	b) 航空路を巡航中の落下事故	航空法第37条に基づく「航空路の指定に関する告示」により指定されている航空路及び、航空路誌(AIP)に記載された直行経路等の航空路が施設上空に存在しない場合は評価不要。	<b>評価対象</b> 再処理施設上空に民間航空機は飛行しないと推察される直行経路(MISAWA(MIS) - CHITOSE(ZYT))が存在しているが、民間航空機が飛行することを想定し評価対象とする。
ii) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		二	<b>評価対象外</b> 再処理施設上空の三沢特別管制区は、航空法により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されていることから、落下確率評価の対象から除外する。
iii) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	a) 訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故	二	<b>評価対象</b> 再処理施設上空に訓練空域は存在しないため、訓練空域周辺を飛行中の落下事故を評価対象とする。
	b) 基地-訓練空域間の往復時の落下事故	基地と訓練空域との往復範囲に原子炉施設が存在しない場合は評価不要。	<b>評価対象外</b> 再処理施設は、基地-訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないため評価不要。



補2-1-2

第2-1表 評価対象とする航空機落下事故の選定結果 (2/5)

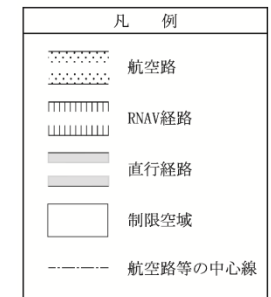
落下事故の種類		落下確率評価不要な場合	落下確率評価の要否
i) 計器飛行方式民間航空機の落下事故	a) 飛行場での離着陸時における落下事故	飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れる場合は評価不要。	評価対象外 再処理施設は、三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れるため評価不要。
	b) 航空路を巡航中の落下事故	航空法第37条に基づく「航空路の指定に関する告示」により指定されている航空路及び、航空路誌(AIP)に記載された直行経路等の航空路が施設上空に存在しない場合は評価不要。	評価対象 再処理施設上空に民間航空機は飛行しないと推察される直行経路(MISAWA(MIS) - CHITOSE(ZYT))が存在しているが、民間航空機が飛行することを想定し評価対象とする。
ii) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		二	評価対象外 再処理施設の上空の三沢特別管制区は、航空法により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されていることから、落下確率評価の対象から除外する。
iii) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	a) 訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故	二	評価対象 再処理施設上空に訓練空域は存在しないため、訓練空域周辺を飛行中の落下事故を評価対象とする。
	b) 基地-訓練空域間の往復時の落下事故	基地と訓練空域との往復範囲に原子炉施設が存在しない場合は評価不要。	評価対象外 再処理施設は、基地-訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないため評価不要。



補2-1-3

第2-1表 評価対象とする航空機落下事故の選定結果 (3/5)

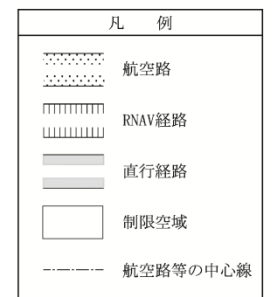
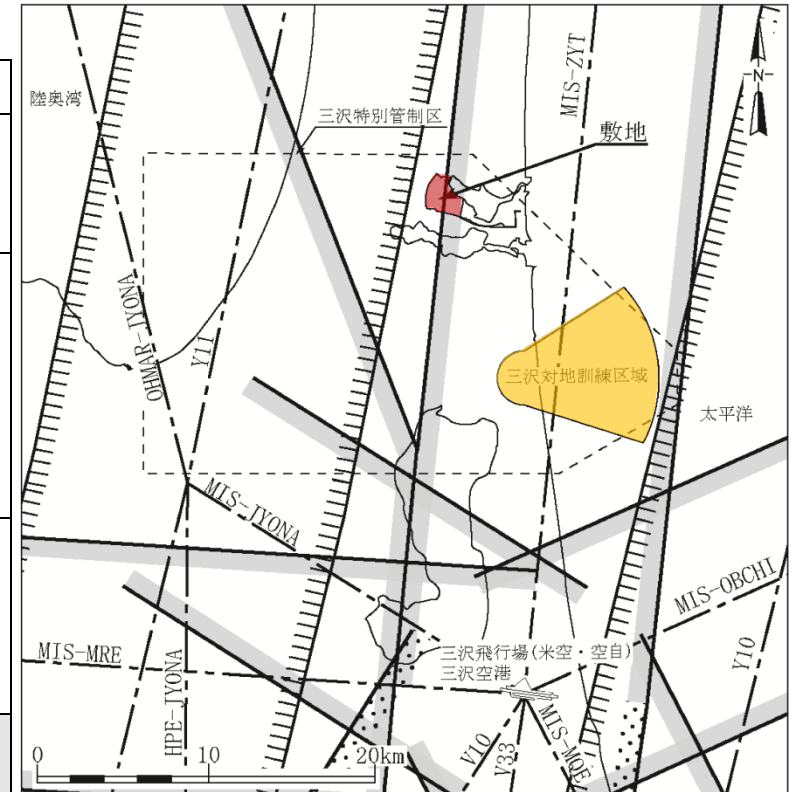
落下事故の種類		落下確率評価不要な場合	落下確率評価の要否
i) 計器飛行方式民間航空機の落下事故	a) 飛行場での離着陸時における落下事故	飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れる場合は評価不要。	評価対象外 再処理施設は、三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れるため評価不要。
	b) 航空路を巡航中の落下事故	航空法第37条に基づく「航空路の指定に関する告示」により指定されている航空路及び、航空路誌(AIP)に記載された直行経路等の航空路が施設上空に存在しない場合は評価不要。	評価対象 再処理施設上空に民間航空機は飛行しないと推察される直行経路(MISAWA(MIS) - CHITOSE(ZYT))が存在しているが、民間航空機が飛行することを想定し評価対象とする。
ii) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		二	評価対象外 再処理施設の上空の三沢特別管制区は、航空法により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されていることから、落下確率評価の対象から除外する。
iii) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	a) 訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故	二	評価対象 再処理施設上空に訓練空域は存在しないため、訓練空域周辺を飛行中の落下事故を評価対象とする。
	b) 基地-訓練空域間を往復時の落下事故	基地と訓練空域との往復範囲に原子炉施設が存在しない場合は評価不要。	評価対象外 再処理施設は、基地-訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないため評価不要。



補2-1-4

第2-1表 評価対象とする航空機落下事故の選定結果 (4/5)

落下事故の種類		落下確率評価不要な場合	落下確率評価の要否
i) 計器飛行方式民間航空機の落下事故	a) 飛行場での離着陸時における落下事故	飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れる場合は評価不要。	評価対象外 再処理施設は、三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れるため評価不要。
	b) 航空路を巡航中の落下事故	航空法第37条に基づく「航空路の指定に関する告示」により指定されている航空路及び、航空路誌(AIP)に記載された直行経路等の航空路が施設上空に存在しない場合は評価不要。	評価対象 再処理施設上空に民間航空機は飛行しないと推察される直行経路(MISAWA(MIS) - CHITOSE(ZYT))が存在しているが、民間航空機が飛行することを想定し評価対象とする。
ii) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		=	評価対象外 再処理施設上空の三沢特別管制区は、航空法により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されていることから、落下確率評価の対象から除外する。
iii) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	a) 訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故	二	評価対象 再処理施設上空に訓練空域は存在しないため、訓練空域周辺を飛行中の落下事故を評価対象とする。
	b) 基地-訓練空域間の往復時の落下事故	基地と訓練空域との往復範囲に原子炉施設が存在しない場合は評価不要。	評価対象外 再処理施設は、基地-訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないため評価不要。

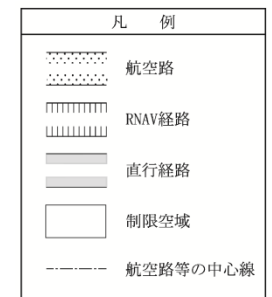
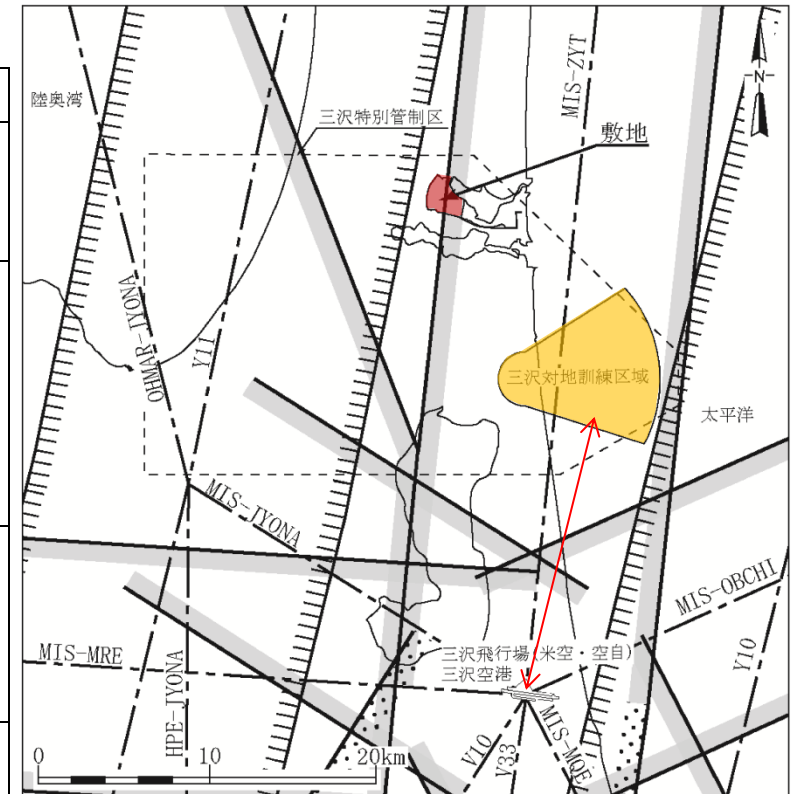


補2-1-5

第2-1表 評価対象とする航空機落下事故の選定結果 (5 / 5)

落下事故の種類		落下確率評価不要な場合	落下確率評価の要否
i) 計器飛行方式民間航空機の落下事故	a) 飛行場での離着陸時における落下事故	飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れる場合は評価不要。	評価対象外 再処理施設は、三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れるため評価不要。
	b) 航空路を巡航中の落下事故	航空法第37条に基づく「航空路の指定に関する告示」により指定されている航空路及び、航空路誌(AIP)に記載された直行経路等の航空路が施設上空に存在しない場合は評価不要。	評価対象 再処理施設上空に民間航空機は飛行しないと推察される直行経路(MISAWA(MIS) - CHITOSE(ZYT))が存在しているが、民間航空機が飛行することを想定し評価対象とする。
ii) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		二	評価対象外 再処理施設上空の三沢特別管制区は、航空法により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されていることから、落下確率評価の対象から除外する。
iii) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	a) 訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故	二	評価対象 再処理施設上空に訓練空域は存在しないため、訓練空域周辺を飛行中の落下事故を評価対象とする。
	b) 基地 - 訓練空域間の往復時の落下事故	基地と訓練空域との往復範囲に原子炉施設が存在しない場合は評価不要。	評価対象外 再処理施設は、基地 - 訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないため評価不要。

補 2-1-6



補

## 補足説明資料 2 - 2

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>1. 目的</p> <p>実用発電用原子炉施設（以下「原子炉施設」という。）への航空機落下に対する考慮については、原子力安全委員会が定めた「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針（平成2年8月30日）」の「指針3. 外部人為事象に対する設計上の考慮」第1項において、「想定される外部人為事象」の一つとして取り上げられている。</p> <p>本基準は、原子炉の設置許可（変更許可を含む。）申請に係る安全審査において、原子炉施設への航空機の落下を「想定される外部人為事象」として設計上の考慮を必要とするか否かの判断のめやすとする基準値を示すとともに、原子炉施設へ航空機が落下する可能性（発生確率）を評価する標準的な手法を提示することを目的として定めたものである（解説1-1）。</p> <p>本基準は原子炉施設を対象としているが、基本的な考え方及び評価手法は他の原子力施設の安全審査においても参考となり得る。ただし、判断基準となる数値及び評価に使用するパラメータについては、各施設の特徴（例えば、航空機の落下によって影響を受ける施設の範囲など）を勘案し、個別に定める必要がある（解説1-2）。</p> <p>なお、設置許可申請者による航空機落下評価が本基準に示す標準的な手法によらない場合であっても、使用した方法やデータに妥当性が認められる場合には、これを排除するものではない。また、本基準に示す評価手法については、今後の新たな知見と経験の蓄積により、必要に応じ見直しを行うものとする。</p> <p>解説1-1 本基準の位置づけ（第1章）</p> <p>原子力安全委員会の定めた「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」の「指針3. 外部人為事象に対する設計上の考慮」第1項では、「安全機能を有する構築</p>	

補 2-2-1

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>物、系統及び機器は、想定される外部人為事象によって、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であること」としており、外部人為事象の1つとして航空機落下を取り上げている。</p> <p>この指針への適合性を確認するためには、原子炉の設置許可（変更許可を含む。）に係る安全審査において、原子炉施設への航空機の落下を「想定される外部人為事象」として設計上考慮する必要があるか否かを判断することが必要となる。</p> <p>そこで、本基準では、原子炉施設への航空機落下の発生確率に関して、判断のめやすとなる基準値を定めるとともに、当該発生確率を評価するための具体的な手法を示す。</p> <p>なお、本基準における「原子炉施設への航空機落下確率」は、「1年当たりに原子炉施設へ航空機が落下する可能性」を指しており、したがって、「回/炉・年」という次元で表現することとしている。</p> <p>解説 1 - 2 他の原子力施設への本基準適用上の注意（第 1 章）</p> <p>本基準は、実用発電用原子炉施設を対象としているが、航空機落下確率評価を行うに当たっての基本的考え方及び評価手法は、他の原子力施設にも適用可能である。ただし、判断基準となる数値及び使用するパラメータの一部（例えば、標的面積）については、各施設タイプごとにその特徴を踏まえて個別に設定する必要がある。</p> <p>具体的には、再処理施設や核燃料加工施設と原子炉施設とでは、安全上重要な構築物、系統及び機器に関する考え方、取り扱う核燃料物質の形態及び量、その利用・管理の方法等に相違があることから、施設への航空機落下に伴う放射線影響も著しく異なるものと考えられる。したがって、原子炉以外の施設では、こうした点を考慮して、判断基準値を定めることが望ましい。</p>	<p>再処理施設は、工程ごとに安全機能が独立して複数の建屋で構成されていることから、安全上重要な施設を収納する建屋及び屋外に設置する安全上重要な施設並びに安全上重要な施設の安全機能の維持に必要な建物・構築物の面積を合算した面積を標的面積とした。</p> <p>また、再処理施設は、F-16 等に対する防護設計がされていることから、有視界飛行方式民間航空機の小型機に対する落下確率評価における補正係数（1/10）の考え方を自衛隊機又は米軍機の落下事故のうち、F-16 等と同程度又はそれ以下の航空機に対して適用し、落下確率評価を行った。</p>

補 2-2-2



## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>また、原子炉以外の施設では、安全性を確保する観点から保護すべき対象が各部に分散配置されている施設もある。したがって、評価手法のパラメータの1つである標的面積については、航空機落下に対して安全上重要な構築物、系統及び機器の設置状況を考慮し、航空機落下に対してクリティカルとなる建屋や設備を特定して設定することが必要となる。</p> <p>なお、本基準は実用発電用原子炉施設の安全設計に対する基準として定めたものであるが、再処理施設等については、立地条件として必要な場合には航空機落下の考慮を要することになっていることから、判断基準値の設定に当たってはこうした相違点を考慮する必要がある。</p> <p>2. 基本方針</p> <p>航空機落下に対する原子炉施設の安全性を審査するに当たっては、指針3第1項の「安全機能を有する構築物、系統及び機器は、想定される外部人為事象によって、原子炉施設の安全性を損なわない設計であること」という要求事項を満足することを確認することが必要となる。この要求を満足するためには、</p> <p>① 原子炉施設への航空機落下を「想定される外部人為事象」として設計上考慮すべきか否かを判断する、</p> <p>その結果、航空機落下が「想定される外部人為事象」であると判断された場合には、</p> <p>② その発生を仮定し、必要に応じて設備の分離配置設計や防護設計を講じる等により、安全機能を有する構築物、系統及び機器がその機能を維持することを確認する、というプロセスが必要になる。ただし、①を省略し、②を実施することも妨げるもの</p>	<p>2. はじめに</p> <p>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、工場等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ぬとしており、工場等又はその周辺で想定される人為事象の一つとして、航空機落下を挙げている。</p> <p>三沢対地訓練区域で対地射撃訓練飛行中の航空機については、当区域が再処理施設の南方向約10kmと離れており、また、航空機は原則として原子力関係施設上空を飛行しないよう規制されること等から、航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、</p>

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>ではない。</p> <p>本基準では、航空機落下を上記①の「想定される外部人為事象」として考慮すべきか否かについて、原子炉施設へ航空機が落下するという事象の発生確率を用いて判断することとし、その判断基準となる数値を示すとともに、当該確率評価に用いる標準的な手法を示す。</p> <p>なお、原子炉施設への航空機落下は、その発生原因が地震、津波等の自然現象ではなく、航空機を飛行させるという人の行為に係わることから、当該行為を規制する航空法やその他の特徴を勘案しつつ評価を行う（解説 2）。</p> <p>解説 2 原子炉施設上空における航空規制等の現状（第 2 章）</p> <p>原子力施設付近上空の飛行については、できる限りこれを避けるよう、国土交通省及び防衛省から運航者に指導等がなされているとともに、航空法第 8 1 条ただし書きに規定する最低安全高度*以下の飛行についての許可は行われないうこととなっている。また、航空法第 7 3 条の 2 に基づき、「機長は出発前に航空情報を確認しなければならない」こととなっている。当該航空情報は航空路誌（A I P）に記載されるが、この航空路誌には、原子力施設の場所及びその概要が含まれており、原子力施設付近上空の飛行をできる限り避けるよう周知徹底が図られている。さらに、航空法第 7 5 条に基づき、「機長は地上又は水上の人又は物件に対する危難の防止に必要な手段を尽くさなければならない」こととなっている。一方、原子炉施設には灯火が設置され、視認性の向上が図られている。</p> <hr/> <p>*最低安全高度：航空法第 8 1 条及び航空法施行規則第 1 7 4 条において、以下のよう</p>	<p>当区域で多くの訓練飛行が行われているという立地地点固有の社会環境等を配慮し、仮に訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定しても安全確保上支障がないように設計する。</p> <p>上記の防護設計を踏まえ、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評価基準について」（平成 14・07・29 原院第 4 号（平成 1 4 年 7 月 3 0 日原子力安全・保安院制定））（以下「航空機落下評価ガイド」という。）等に基づき、防護設計の要否について確認するとされているため、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物については係数を適用して航空機落下確率評を行い追加の防護設計の要否を評価した。</p>

補 2-2-4

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>に定められている。</p> <p>有視界飛行方式により飛行する航空機にあつては、飛行中動力装置のみが停止した場合に地上又は水上の人又は物件に危険を及ぼすことなく着陸できる高度及び次の高度のうち何れか高いものとされている。</p> <p>① 人又は家屋の密集している地域の上空にあつては、当該航空機を中心として水平距離 600メートルの範囲内の最も高い障害物の上端から300メートルの高度</p> <p>② 人又は家屋のない地域及び広い水面の上空にあつては、地上又は水上の人又は物件から150メートル以上の距離を保って飛行することのできる高度</p> <p>③ ①及び②に規定する地域以外の地域の上空にあつては、地表面又は水面から150メートル以上の高度</p> <hr/> <p>3. 原子炉施設への航空機落下確率に関する判断基準</p> <p>航空機落下を「想定される外部人為事象」として設計上考慮するか否かを判断するための具体的な基準は、以下のとおりとする（解説3-1、3-2）。</p> <p>① 4. に示す標準的な評価方法に基づき、原子炉施設へ航空機が落下する確率を評価し、それら評価結果の総和が<math>10^{-7}</math>（回/炉・年）を超えないこと</p> <p>② ①を満足しない場合には、当該原子炉施設の立地点における状況を現実的に考慮した評価を行い、その妥当性を確認した上で、当該原子炉施設への航空機落下の発生確率の総和が<math>10^{-7}</math>（回/炉・年）を超えないこと</p> <p>なお、上記①を満足しない場合としては、4. の（1）～（3）に関する個別の評価</p>	

補 2-2-5

## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>結果のいずれかが<math>10^{-7}</math> (回/炉・年) を超える場合と、それぞれが<math>10^{-7}</math> (回/炉・年) 以下であっても総和が<math>10^{-7}</math> (回/炉・年) を超える場合とがある。前者については<math>10^{-7}</math> (回/炉・年) を超える項目を、また、後者については少なくとも1つの項目を対象に、現実的な評価を行うことにより、上記②を満足することが確認できれば上記基準に適合するものと判断することとし、全ての項目について現実的な評価を行う必要はない。</p> <p>解説 3 - 1 諸外国における航空機落下に関する基準 (第3章)</p> <p>原子炉施設への航空機落下については、米国や欧州の主要国において基準が設定されているが、それぞれの国における考え方は異なっている。ここでは、米国、フランス、ドイツ及びイギリスにおける基準の概要をまとめる。</p> <p>(1) 米国 (Standard Review Plan; NUREG-0800)</p> <p>米国では、航空機落下を立地基準 (10 CFR Part 100) の1つとして設定している。具体的には、以下のような基準を設けている。</p> <p>① 「放射線影響が公衆の被ばく線量に関するガイドラインの判断基準値を超える原子炉施設への航空機落下事故」の発生確率が<math>10^{-7}</math>/炉・年以下となること</p> <p>② 上記①を満足しない場合、あるいは、十分危険な軍事活動が特定された場合には、航空機落下に関する詳細な検討を行うこと (即ち、詳細なハザード評価を行うとともに、航空機落下事故をプラントの設計で考慮すること) を要求している。</p> <p>(2) フランス (Basic Safety Rules No. 1.2. a; SIN No. Z/3253/80)</p> <p>フランスでは、基本安全原則1.2. aにおいて、以下のような基準が設定されている。</p>	

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>① 一般小型機、軍用機、商業用航空機を対象とし、航空機のタイプ別に、安全機能（原子炉停止及び残留熱除去、使用済燃料貯蔵、廃棄物処理）に対する落下確率評価を行い、各安全機能ごとにサイト境界で容認できない量の放射性物質が放出される確率が<math>10^{-6}</math>/炉・年以下となること（なお、類似の事故による確率の増分を考慮し、各ハードごとに各安全機能に対する最大発生確率を約<math>10^{-7}</math>/炉・年と設定している）</p> <p>② 統計解析の結果に基づく、標準プラントの構築物設計に対して考慮すべきリスクは、一般小型機によるものだけとなることから、2つのタイプの小型機（セスナ210：重量1.5トン、リアジェット23：同5.7トン）による衝突を考慮すること</p> <p>ただし、上記①の確率は、「原子炉施設に航空機が衝突して、安全機能が喪失し、さらに、容認できない放射性物質の放出が起こる」という事象の発生確率であり、実際には、特に、軍用機に対しては、原子炉施設への航空機の衝突確率が<math>10^{-7}</math>/炉・年を超えないよう立地選定を行っている。</p> <p>(3) ドイツ (Beschreibung der Gegenwaertigen Praxis zu den Sicherheitskrirerrien fuer kraftwerke: Institut fuer Reactorsicherheit, RSK Safety Codes and Guides 19.1)</p> <p>ドイツでは、原子力発電所の立地に対して、以下のような基準が設定されている。</p> <p>① 原子力発電所は、30 トン以上の航空機が離着陸することのできる飛行場（空港）から少なくとも10km離れたところに立地しなければならない。</p> <p>② 航空機航行地図上の「controlled」区域あるいは「terminal」区域内での立地は避けなければならない。</p> <p>③ “ER-R”（制限）、“ER-D”（危険）、“ER-P”（禁止）というマークの付いた区域上空は、軍用機に対する防護帯であり、当該区域内での立地は避けなければならない</p>	

補 2-2-7

## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>い。</p> <p>さらに、連邦政府による立地基準では、上記の制限条件を考慮して、サイトを3つのカテゴリ（カテゴリⅠは理想的なサイト、カテゴリⅡは新規立地に対して防護対策が要求されるサイト、カテゴリⅢは許認可を受けるのが極めて困難なサイト）に分け、各カテゴリに対する立地要件を定めている。</p> <p>一方、安全基準では、RF-4ファントムの原子炉建家への衝突を想定して防護設計を図るよう要求している。</p> <p>(4) イギリス (Safety Assessment Principles for Nuclear Plants)</p> <p>イギリスでは、原子力発電所の安全評価原則において、以下のような要求がなされている。</p> <p>① 大規模放出を伴う可能性のある事故の全発生頻度は、以下の値を下回るものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基本安全限度：<math>10^{-5}</math>/年</li> <li>・基本安全目標：<math>10^{-7}</math>/年</li> </ul> <p>② 全てのハザードに対し、ある事象の発生頻度が1000万年に1回を下回ることが実証できない場合には設計基準解析の原則及びPSAの原則が満足されていることを示すものとし、また、ハザード源が十分離れている場合にはプラントへの影響を及ぼさないことを示すこととする。</p> <p>また、原子力発電所の設計安全基準において、以下の要求がある。</p> <p>① 環境中への制御できない大規模な放射能の放出をもたらすような単一の事故の発生確率は<math>10^{-7}</math>/炉・年未満でなければならない。</p> <p>② 制御できない放出をもたらす全事故の発生確率は<math>10^{-6}</math>/炉・年未満でなければならない。</p>	

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>ない。</p> <p>一方、PWRの設計ガイドラインでは、以下のような要求を課しているが、実際には、防護設計が適用された原子炉施設はない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子力発電所が最も近くの飛行場あるいは軍用低空飛行区域から少なくとも10kmの位置に立地していること</li> <li>・ 原子力発電所が最も近くの飛行場あるいは軍用低空飛行区域から10kmよりも近い位置に立地している場合には、物理的防護、分離あるいは適切な手段により航空機落下に耐えるプラント設計の必要性を考慮すること</li> </ul> <p>解説 3 - 2 諸外国の航空機落下に関する判断基準に対する本基準の保守性 (第 3 章)</p> <p>解説 3 - 1 で示した諸外国における航空機落下事故の基準では、「原子炉施設への航空機の落下により放射性物質の大規模放出をもたらす事象の発生確率が<math>10^{-7}</math> (回/炉・年) より小さければ、航空機落下に対する設計上の考慮を必要としない」とされているのに対し、本基準においては、原子炉施設への航空機落下の発生確率を「想定される外部人為事象」として設計上考慮するか否かを判断するための判断基準値として<math>10^{-7}</math> (回/炉・年) を設定している。</p> <p>4. 原子炉施設への航空機落下確率の評価手法</p> <p>本基準で評価対象とする航空機は、固定翼機 (ジェット旅客機等) と回転翼機 (ヘリコプター) とする (解説 4 - 1)。</p> <p>これらを対象に、原子炉施設への航空機落下についてその発生確率を評価するに当た</p>	<p>基準への適合性</p> <p>4. 再処理施設への航空機落下確率の評価手法</p> <p>再処理施設における航空機落下確率評価の対象となる航空機落下事故の種類については、航空機落下評価ガイドに示されている落下事故分類のうち、以下のとおり選定した。</p>

補 2-2-9

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>っては、以下に示すような原子炉施設の周辺環境を考慮する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子炉施設周辺における計器飛行方式で飛行する民間航空機の飛行場の有無</li> <li>・ 原子炉施設上空における航空路の有無</li> <li>・ 原子炉施設周辺における自衛隊機又は在日米軍機（以下、「米軍機」という。）の基地の有無</li> <li>・ 原子炉施設及びその周辺上空における自衛隊機又は米軍機の訓練・試験空域（以下、「訓練空域」という。）の有無</li> <li>・ 原子炉施設上空における自衛隊機又は米軍機の基地－訓練空域間往復経路の有無</li> </ul> <p>こうした周辺環境及びこれまでの事故実績を踏まえ、以下のように航空機の落下事故を分類して、原子炉施設への航空機落下の発生確率評価を行うものとする。</p> <p>1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>①飛行場での離着陸時における落下事故</p> <p>②航空路を巡航中の落下事故</p> <p>2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p>	<p>1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>①飛行場での離着陸時における落下事故</p> <p>再処理施設周辺に立地する三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れることから、航空機落下確率評価は不要とした。</p> <p>②航空路を巡航中の落下事故</p> <p>再処理施設上空に航空法第37条に基づく航空路の指定に関する告示により指定されている航空路は存在しないが、航空路誌（A I P）に掲載された直行経路M I S A W A（M I S）－C H I T O S E（Z Y T）が存在することから、当該直行経路を計器飛行方式民間航空機が飛行することを想定し、航空機落下確率評価を行う。</p> <p>2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>再処理施設上空の三沢特別管制区は、航空法第94条の2により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されていることから、航空機落下確率評価は不要とした。</p>



実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</p> <p>①訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故</p> <p>②基地－訓練空域間を往復時の落下事故</p> <p>ただし、離着陸時において基地外に落下した事故は②に含むものとするが、自衛隊機又は米軍機の基地内での事故は、当該航空機が原子炉施設に到達する可能性はないと考えられるため対象外とする。</p> <p>以下では、上記分類ごとに標準的な評価手法を示す。当該評価手法は、国内において現実に存在する航空機の飛行状況や事故事例等の実績データを使用することを前提としたものである。したがって、評価を行うに当たっては、上記分類に含まれていない航空機の飛行状況や事故の発生を含めて、最新のデータを適切に考慮した評価を行う必要がある。</p> <p>(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>1) 飛行場での離着陸時における落下事故</p> <p>原子炉施設周辺の飛行場における離着陸時の航空機が原子炉施設へ落下する確率の評価は、以下の2段階に分けて行うものとする。</p> <p>① 原子炉施設と飛行場との位置関係を確認し、以下の条件のいずれかを満たした場合には、離着陸時の航空機落下の発生確率評価を行う必要はないものとする。</p> <p>i) 飛行場からの最大離着陸地点（航空路誌（A I P）に記載された離着陸経路において着陸態勢に入る地点あるいは離陸態勢を終える地点をいう。図1にその具体</p>	<p>3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</p> <p>①訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故</p> <p>再処理施設の<u>上空に訓練空域は存在しないことから、訓練空域周辺を飛行中の落下事故について、航空機落下確率評価を行う。</u></p> <p>②基地－訓練空域間を往復時の落下事故</p> <p>再処理施設は、基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないことから、航空機落下確率評価は不要とした。</p> <p>航空機落下確率評価においては、最新のデータとして計器飛行方式民間航空機の落下事故については、平成11年1月から平成30年12月、自衛隊機又は米軍機の落下事故については、平成11年4月から平成31年3月までの期間における20年間の事故を対象とした。</p> <p>(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>1) 飛行場での離着陸時における落下事故</p> <p>評価対象外。</p>

補 2-2-11

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>例を示す。)までの直線距離を半径とする範囲内に原子炉施設が存在しない場合</p> <p>ii) 最大離着陸地点までの直線距離を半径とする範囲内に原子炉施設が存在する場合であっても、飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域(図2)から外れる場合</p> <p>② 上記①の条件をいずれも満たさない場合は、当該飛行場における航空機の年間離着陸回数等を考慮し、以下の方法を用いて、原子炉施設への航空機落下の発生確率を評価する(解説4-2(1))。</p> <p>(評価方法)</p> <p>原子炉施設周辺の飛行場において離着陸時の航空機が原子炉施設へ落下する確率は、以下の式によって評価する。</p> $P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \Phi_{d,a}(r, \theta)$ <p><math>P_{d,a}</math>: 対象施設への離着陸時の航空機落下確率(回/年)  <math>N_{d,a}</math>: 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数(離着陸回/年)  <math>A</math>: 原子炉施設の標的面積(落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積)(km<sup>2</sup>)  <math>\Phi_{d,a}(r, \theta)</math>: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数(1/km<sup>2</sup>)  <math>f_{d,a} = D_{d,a} / E_{d,a}</math>: 対象航空機の国内での離着陸時事故率(回/離着陸回)  <math>D_{d,a}</math>: 国内での離着陸時事故件数(回)  <math>E_{d,a}</math>: 国内での離着陸回数(離着陸回)</p>	

補 2-2-12

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>ここで対象とする航空機、事故の種類、「離着陸時」の定義、事故件数 (<math>Dd, a</math>) 及び運航実績 (離着陸回数 <math>E_d, a</math>) の集計期間並びに原子炉施設の標的面積 (<math>A</math>) に関する考え方については、解説 4 - 3 に示す。</p> <p>また、離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 (<math>\Phi_{d, a}(r, \theta)</math>) は、滑走路端から距離 <math>r</math>、滑走路中心線 (滑走路飛行方向) から角度 <math>\theta</math> の関数として、離陸時及び着陸時の航空機事故により航空機がどこに落下するかを単位面積当たりの数値で表した確率分布である。この確率分布は、過去の事故事例での落下位置を基に推定すべきであるが、事故事例が少ない場合は、滑走路端から最大離着陸地点までの直線距離 (<math>r_0</math>) 内の円内で滑走路方向両側に対し <math>\pm 60^\circ</math> 以内の扇型 (<math>A_d, a</math>) に一様な分布、あるいは、周方向で正規分布を仮定し、いずれか厳しい方を用いる。</p>	

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>(一様分布)</p> $\Phi(r_0, \theta) = \frac{1}{A_{d,a}} \quad (\text{ノ/km}^2)$ $A_{d,a} = \frac{2}{3} \pi r_0^2 \quad (\text{km}^2)$ <p>(正規分布)</p> $\Phi(r_p, \theta) = \frac{1}{A_{d,a}} f(x) \quad (\text{ノ/km}^2)$ $A_{d,a} = \frac{2}{3} \pi r_0^2 \quad (\text{km}^2)$ $f(x) = \frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \cong 2.1 \times \exp\left(\frac{-30.42x^2}{\pi^2 r_p^2}\right)$ $A = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = \int_{-\pi/3}^{\pi/3} P \quad d = \frac{2}{3} \pi r_p$ $\sigma = \frac{\pi r_p}{3 \times 2.6} \quad \left( \int_{-\pi/3}^{\pi/3} f(x) dx = 0.99, \text{ 即ち、信頼度区間 } 99\% \text{ のとき} \right)$ <p><math>x</math> : 滑走路軸上から原子炉施設までの距離 (周方向)  <math>r_p</math> : 滑走路端から原子炉施設までの距離 (径方向)</p> <p>なお、評価対象となる飛行場が複数存在する場合には、各々の飛行場に対して上記評価を行い、その結果として得られる落下確率の総和をとるものとする。</p> <p>2) 航空路を巡航中の落下事故</p> <p>航空法第37条に基づく「航空路の指定に関する告示」によりその位置及び範囲が指定されている航空路、航空路誌 (A I P) に掲載された直行経路と転移経路、最大</p>	<p>基準への適合性</p> <p>2) 航空路を巡航中の落下事故</p> <p>航空機落下評価ガイドに示された評価式を用いて、航空機落下確率評価を行った。          なお、平成 11 年 1 月から平成 30 年 12 月までの期間において、航空路を巡航中の</p>

補 2-2-14

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>離着陸地点以遠の離着陸経路、広域航法（RNAV）経路等（以下、これらを総称して、単に「航空路」という。）が、原子炉施設の上空に存在する場合については、航空路を巡航する航空機が原子炉施設へ落下する確率を評価する。</p> <p>（評価方法）</p> <p>原子炉施設の上空に航空路が設定されている場合、以下の式を用いて、巡航中の航空機の原子炉施設への落下確率を評価する。</p> $P_c = \frac{f_c \cdot N_c \cdot A}{W}$ <p><math>P_c</math>：対象施設への巡航中の航空機落下確率（回／年）  <math>N_c</math>：評価対象とする航空路等の年間飛行回数（飛行回／年）  <math>A</math>：原子炉施設の標的面積（km<sup>2</sup>）  <math>W</math>：航空路幅（km）  <math>f_c = G_c / H_c</math>：                  単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率（回／（飛行回・km））  <math>G_c</math>：巡航中事故件数（回）  <math>H_c</math>：延べ飛行距離（飛行回・km）</p> <p>ここで対象とする航空機、事故の種類、「巡航中」の定義、事故件数（<math>G_c</math>）及び運航実績（延べ飛行距離<math>H_c</math>）の集計期間、航空路幅（<math>W</math>）並びに原子炉施設の標的面積（<math>A</math>）に関する考え方については、解説 4 - 3 に示す。</p> <p>なお、上記 1）と同様、評価対象となる航空路が複数存在する場合、各々の航空路に対する評価を行い落下確率の総和をとるものとする。</p>	<p>落下事故は発生していないが、「0.5 回」として評価を行った。</p> <p>評価の結果、航空機落下確率は「<math>2.3 \times 10^{-10}</math>（回／年）」となる。</p>

補 2-2-15

## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>有視界飛行方式により飛行する民間の航空機のほとんどが不定期便であり、これらについては特定の飛行ルートが存在せず、また、飛行の頻度も一定でないことから、これらの航空機が陸上に落下する確率を全国平均値として用い、原子炉施設への落下確率を評価するものとする。なお、有視界飛行方式により飛行する航空機の事故のほとんどは軽飛行機等の小型機であるが、当該評価においては、これら小型機では、機体重量、飛行速度、落下時の衝撃力（荷重）、衝突時の衝突面積が大型機に比べて小さいこと、一般に格納容器や原子炉建屋が堅固な構築物であること等から原子炉施設に落下した場合においてもその影響を及ぼす原子炉施設の範囲が大型機の落下に比べて著しく小さくなることを考慮する。</p> <p>具体的な評価手法を以下に示す。ただし、原子炉施設周辺において有視界飛行中の航空機が落下した実績がある場合や、訓練飛行の回数が明らかに他の地域より著しく多いと考えられる訓練空域が原子炉施設周辺に存在する場合は、こうした実際の状況を考慮して、原子炉施設への航空機落下の確率を評価する。</p> <p>(評価方法)</p> <p>以下の式に基づき、有視界飛行方式により飛行する民間航空機が原子炉施設に落下する確率を評価する（解説 4 - 2 (2)）。なお、対象航空機としては、不定期便の大型固定翼機、軽飛行機等の小型固定翼機及び回転翼機とし、それぞれの事故事例を集計して落下確率の評価を行う。</p>	<p>(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>評価対象外。</p>

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
$P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$ <p> <math>P_v</math> : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)  <math>f_v</math> : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)  <math>S_v</math> : 全国土面積 (km<sup>2</sup>) = 37万 km<sup>2</sup>  <math>A</math> : 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)  <math>\alpha</math> : 対象航空機の種類による係数                 </p> <p>ここで対象とする事故の種類と集計期間、原子炉施設の標的面積及び対象航空機の種類による係数についての説明と典型例を解説 4 - 4 に示す。</p> <p>(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</p> <p>自衛隊機又は米軍機の落下確率評価は、以下の手法を用いて個別に行うものとする。</p> <p>1) 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故</p> <p>訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中(基地と訓練空域との間の往復中を除く。)の自衛隊機又は米軍機については、以下の手法を用いて、これらの自衛隊機又は米軍機が原子炉施設に落下する確率を評価する。訓練空域内での訓練中の落下事故の評価においては、原則として原子炉施設及びその周辺上空の訓練空域からの自衛隊機又は米軍機の落下を原子炉施設の立地点ごとに評価する必要があるが、現時点ではこのような飛行形態で原子炉施設周辺に自衛隊機あるいは米軍機が落下した事例がないことに鑑み、自衛隊機又は米軍機が陸上に落下する確率の全国平均値を用いるも</p>	<p>(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</p> <p>1) 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故</p> <p>再処理施設上空には訓練空域が存在しないため、訓練空域外を飛行中の落下事故を対象とし、航空機落下確率評価を行った。</p>

補 2-2-17

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>のとする（解説 4 - 2 (3)）。ただし、今後、原子炉施設の上空あるいはその周辺の訓練空域で訓練中の自衛隊機又は米軍機が落下した場合や、原子炉施設周辺に存在する訓練空域での訓練飛行の回数が明らかに他の地域より著しく多くなったと判断される場合は、こうした実際の状況を考慮して原子炉施設への航空機落下の確率を評価する。なお、以下の評価で対象とする航空機の種類や入力パラメータ（事故率、訓練空域の面積及び原子炉施設の標的面積）については、解説 4 - 5 にその定義や典型例を示す。</p> <p>（評価方法）</p> <p>①原子炉施設上空に訓練空域が存在する場合</p> <p>原子炉施設上空に訓練空域が存在する場合、以下の式により原子炉施設上空に設定された訓練空域内を飛行中の自衛隊機又は米軍機が、原子炉施設に落下する確率を評価する。</p> $P_{si} = \left(\frac{f_{si}}{S_i}\right) \cdot A$ <p><math>P_{si}</math> : 訓練空域内での対象施設への航空機落下確率（回／年）  <math>f_{si}</math> : 単位年当たりの訓練空域内落下事故率（回／年）  <math>S_i</math> : 全国の陸上の訓練空域の面積（km<sup>2</sup>）  <math>A</math> : 原子炉施設の標的面積（km<sup>2</sup>）</p>	<p>①原子炉施設上空に訓練空域が存在する場合 評価対象外。</p>

補 2-2-18



実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>②原子炉施設上空に訓練空域が存在しない場合</p> <p>原子炉施設上空に訓練空域が存在しない場合、以下の式により、訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機が、原子炉施設へ落下する確率を評価する。</p> $P_{so} = \left(\frac{f_{so}}{S_o}\right) \cdot A$ <p><math>P_{so}</math> : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)  <math>f_{so}</math> : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)  <math>S_o</math> : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km<sup>2</sup>)  <math>A</math> : 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)</p>	<p>②原子炉施設上空に訓練空域が存在しない場合</p> <p>再処理施設はF-16等に対する防護設計がされていることから、有視界飛行方式民間航空機の小型機に対する落下確率評価における補正係数(1/10)の考え方を自衛隊機又は米軍機の落下事故のうち、F-16等と同程度又はそれ以下の航空機に対して適用し、落下確率評価を行った。</p> <p>具体的には、外壁及び屋根で保護する設計としている建屋に対しては、係数(1/10)を適用し、それ以外の建屋等については係数を適用せず落下確率評価を行った。</p> <p>評価式を以下に示す。</p> $P_{sox} = P_{so_1} + P_{so_2}$ <p><math>P_{sox}</math> : 訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)  <math>P_{so_1}</math> : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設への訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)  <math>P_{so_2}</math> : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処理施設への訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)</p>

補 2-2-19

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
	$P_{SO1} = \left( \frac{f_{SO1}}{S_o} \times AI \times \alpha \right) + \left( \frac{f_{SO2}}{S_o} \times AI \right)$ <p> <math>f_{SO1}</math>: 係数を適用する航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)  <math>f_{SO2}</math>: 係数を適用しない航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)  <math>S_o</math>: 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km<sup>2</sup>)  <math>AI</math>: 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)  <math>\alpha</math>: 係数; 0.1         </p> $P_{SO2} = \left( \frac{f_{SO1} + f_{SO2}}{S_o} \times A2 \right)$ <p> <math>f_{SO1}</math>: 係数を適用する航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)  <math>f_{SO2}</math>: 係数を適用しない航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)  <math>S_o</math>: 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km<sup>2</sup>)  <math>A2</math>: 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処理施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)         </p> <p>評価の結果、航空機落下確率は「<math>4.5 \times 10^{-8}</math> (回/年)」となる。</p>

補 2-2-20

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>2) 基地－訓練空域間往復時の落下事故</p> <p>基地と訓練空域との往復範囲に原子炉施設が存在する場合については、基地、訓練空域及び原子炉施設の位置関係並びに基地と訓練空域との間の飛行頻度及び飛行経路を考慮して原子炉施設への航空機落下の確率を評価する。なお、基地と訓練空域間には、回廊又は移動経路が設定されているほか、往復時の飛行範囲として想定される区域（以下、「想定飛行範囲」という。）があり（解説 4－6）、このいずれかのルートに従って自衛隊機又は米軍機が往復することが考えられる。それぞれのルートに対する具体的な評価手法を以下に示す。</p> <p>（評価方法）</p> <p>①回廊中に原子炉施設が存在する場合</p> <p>回廊中に原子炉施設が存在する場合は、以下の式に基づき原子炉施設への航空機落下確率の評価を行う。</p> $P_{co} = \left(\frac{f_{co}}{S_{co}}\right) \cdot A$ <p><math>P_{co}</math> : 対象施設への航空機落下確率（回／年）  <math>f_{co}</math> : 回廊中の落下事故率（回／年）  <math>S_{co}</math> : 回廊の面積（km<sup>2</sup>）  <math>A</math> : 原子炉施設の標的面積（km<sup>2</sup>）</p>	<p>2) 基地－訓練空域間往復時の落下事故</p> <p>評価対象外。</p> <p>(4) 再処理施設への航空機落下確率</p> <p>計器飛行方式民間航空機及び自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率の総和は、「<math>4.5 \times 10^{-8}</math>（回／年）」となり、防護設計の判断基準である <math>10^{-7}</math>（回／年）を超えないことから追加の防護設計は必要ない。</p>

補 2-2-21

## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>②移動経路近傍に原子炉施設が存在する場合</p> <p>基地と訓練空域との間に移動経路が設定されており、その近傍に原子炉施設が存在する場合、以下の式に基づき原子炉施設への航空機落下確率の評価を行う。</p> $P_{tr} = f_{tr} \cdot N_{tr} \cdot A \cdot F(x)_{tr}$ <p><math>P_{tr}</math> : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)  <math>f_{tr}</math> : 当該移動経路を巡航中の落下事故率 (回/(飛行回・km))  <math>N_{tr}</math> : 当該移動経路の年間飛行数 (飛行回/年)  <math>A</math> : 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)  <math>F(x)_{tr}</math> : 事故点分布関数 (km<sup>-1</sup>) = <math>\frac{0.625}{2} \exp(-0.625 x )</math></p> <p>(Solomon の式 : Analysis of Ground Hazards Due to Aircrafts and Missiles By Kenneth Alvin Solomon, Ph.D. (March/April 1976))  <math>x</math> : 移動経路から発電所までの距離  0.625 : 過去の事故事例から軍用機の事故に対する係数として Solomon が提唱した値 (km<sup>-1</sup>)</p> <p>③想定飛行範囲内に原子炉施設が存在する場合</p> <p>基地と訓練空域との間の想定飛行範囲内に原子炉施設が存在する場合、以下の式に基づき原子炉施設への航空機落下確率の評価を行う。</p>	

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
$P_{se} = \left(\frac{f_{se}}{S_{se}}\right) \cdot A$ <p> <math>P_{se}</math> : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)  <math>f_{se}</math> : 基地と訓練空域間を往復中の落下事故率 (回/年)  <math>S_{se}</math> : 想定飛行範囲の面積 (km<sup>2</sup>)  <math>A</math> : 原子炉施設の標的面積 (km<sup>2</sup>)         </p> <p>解説 4 - 1 評価対象航空機 (第 4 章)</p> <p>本基準では、原則として、固定翼機と回転翼機を評価対象としているが、評価にあたっては、それぞれの特徴や現時点での運航状況、過去の事故実績等を考慮し、以下の観点で評価上の取扱を整理する必要がある。表 1 に、その具体例を航空機の種類とともに示す。</p> <p>(1) 固定翼機、回転翼機とも、最大離陸重量が5,700kgを超える「大型機」とそれ以下の「小型機」とに分類する。</p> <p>(2) 現在の航空機の運航状況を踏まえて、定期航空運送事業者所有の商業用航空機及び個人所有の一般航空機（これらを総称して「民間航空機」という。）、自衛隊所有の航空機（「自衛隊機」という。）及び在日米軍所有の航空機（「米軍機」という。）に分類する。</p> <p>(3) 「民間航空機」は、その飛行形態に応じて、「計器飛行方式」と「有視界飛行方式」とに分け、さらに、運航状況を踏まえて「定期便」と「不定期便」に分類する。</p> <p>表 1 に示すように、民間航空機については、旅客機など大型固定翼機で計器飛行方式の定期便、パトロール機など大型固定翼機で有視界飛行方式の不定期便並びに小型固</p>	

補 2-2-23

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>定翼機及び回転翼機で有視界飛行方式の不定期便は評価対象とするが、小型固定翼機及び回転翼機の定期便については、定期航空運送事業者の登録機数の割合から運航頻度が大型固定翼機の定期便の数%であると判断できることから評価対象外とする。また、計器飛行方式で飛行する大型固定翼機の不定期便は、定期便と比べて運航回数が極めて少ないことから評価対象外とする。なお、小型固定翼機及び回転翼機の不定期便では、リクエストベースで計器飛行方式による飛行が可能となっているが、原則として有視界飛行方式による飛行形態をとっていることから、有視界飛行方式民間航空機の落下事故に含めて評価するものとする。</p> <p>一方、「自衛隊機」と「米軍機」については、現時点での運航状況や過去の事故実績を踏まえて、大型固定翼機、小型固定翼機、大型回転翼機及び小型回転翼機の4種類とも評価対象とする。</p> <p>解説 4 - 2 評価手法の保守性 (第 4 章)</p> <p>(1) 計器飛行方式民間航空機の飛行場での離着陸時における落下事故原子力施設付近の上空の飛行はできる限り避けるよう指導等がなされているため、離着陸時においても原子力施設付近における飛行は極めて少なくなるものと考えられるが、当該原子炉施設に係る離着陸時の落下確率として、この指導等による効果を考慮せずに、国内の飛行場における離着陸時の事故率及び当該飛行場の離着陸回数から求めることとしている。</p> <p>さらに、評価に用いる落下地点の確率分布は、評価対象区域の扇型内一様分布及び周方向に正規分布を仮定し、いずれか厳しい方を用いている。</p>	

補 2-2-24

## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>(2) 有視界飛行方式で飛行する民間航空機の落下事故</p> <p>有視界飛行方式で飛行する民間航空機の落下確率評価における評価式は、有視界飛行が全国的に均一して行われているものと仮定し全国平均値を求めることとしている。しかしながら、一般に、こうした有視界飛行については、原子力施設付近の上空をできるだけ飛行しないよう指導されていること、原子力関係施設の上空については、航空法第81条に基づく最低安全高度以下の高度での飛行に係る国土交通大臣の許可が与えられないこととなっていること、及び民間航空機の訓練空域が原子炉施設の上空に存在する場合には自衛隊の訓練空域と同様な飛行規制が取られていることから、有視界飛行中の民間航空機が原子炉施設に落下する可能性は他の地域に比べて十分低いと考えられる。さらに、原子炉施設設置者は、原子炉施設上空からの視認性を向上させるために、自主的に灯火を設置している。したがって、こうした実態を考慮すると、有視界飛行中の民間航空機の落下確率について、全国平均値を評価に用いることには十分な保守性があると言える。</p> <p>(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故</p> <p>訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の落下確率評価式は、いずれも、訓練空域が全国的に均一して分布していると仮定し全国平均値で評価を行うというものである。しかし、自衛隊機の訓練空域が原子炉施設の上空に存在する場合には飛行規制が取られていること（当該空域における訓練飛行中は通常の飛行時に比べ機器の操作頻度が多いことに鑑み、従来から国土交通省により原子炉施設から半径2海里以内、高度2,000ft以下（半径約3.6km以内、高度約600m以下）の範囲が訓練空域から除外されている。）、米軍機についても原子炉施設上空の飛行規制</p>	

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>に係る協力要請を行っており周知徹底を行う旨回答を得ていること、及びこれまでの事故の実績を考慮すると、訓練空域内で訓練中あるいは訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機が原子炉施設に落下する確率として全国平均値を用いることには保守性があると言える。</p> <p>なお、海上に設定された訓練空域内外への落下事故については、機長に対して異常発生時における万一の落下を考慮して海上への回避操作を行うように指導されていることから評価対象外とする。</p> <p>これらの保守性を担保するために、今後も原子炉施設上空の飛行規制が継続されるよう引き続き国土交通省等に対して要請することとしている。</p> <p>解説 4 - 3 離着陸時及び巡航中の計器飛行方式民間航空機の原子炉施設への落下確率評価における入力パラメータ等に関する考え方（第 4 章）</p> <p>(1) 対象航空機</p> <p>本項目の評価の対象とする航空機としては、①当該原子炉施設の上空に設定されている航空路を計器飛行方式により飛行する可能性のある、又は②評価対象の飛行場を離着陸する可能性のある我が国で運航している国内機（国際線、国内線）及び外国航空会社が我が国に乗り入れている外国機（国際線）で最大離陸重量が5,700kgを超える「大型機」とする。なお、最大離陸重量が5,700kg以下の「小型機」については、定期航空運送事業者の登録機数の割合から見て運航頻度が大型機の数%とわずかであるため対象外とする。</p>	

補 2-2-26



実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>(2) 事故率 (<math>f_a, d, f_c</math>)</p> <p>①対象航空機事故</p> <p>本項目の評価対象とする航空機事故は、国際民間航空機関(ICAO)の定めた「航空機事故技術調査マニュアル」に従って分類された航空機の損傷が「大破」、「中破」、「小破」及び「損傷なし」のうち、航空機が制御不可能になるおそれのある「大破」とする。また、事故発生時の運航形態については、「航空機事故技術調査マニュアル」に従って分類された「離陸時」、「着陸時」、「巡航中」、「滑走中」及び「地上」のうち「離陸時」、「着陸時」及び「巡航中」とする。</p> <p>②事故事例及び運航実績の集計期間</p> <p>本項目の評価に用いる事故事例 (<math>D_a, d, G_c</math>) 及び運航実績 (<math>E_a, d, H_c</math>) の集計期間については、集計期間を長くにとって、現在、運航されていない古い世代の航空機を対象としても現実的ではなく、また、集計期間が短かすぎると統計量として十分ではないと考えられるため、原則として最近の20年間とする。また、事故事例や運航実績は国内のデータに限定するものとする。</p> <p>(3) 航空路</p> <p>①対象航空路</p> <p>本項目の評価で対象とする航空路は、原子炉施設上空を飛行する可能性のある航空路（航空法第37条に基づき、国土交通大臣が「航空路の指定に関する告示」によりその位置及び範囲を指定した航空路並びに航空路誌（A I P）に掲載された直行経路、転移経路、離着陸経路（最大離着陸地点以遠の経路）、広域航法（R N A V）経路等をいう。）とする。</p>	

補 2-2-27

## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>なお、原子炉施設上空以外に設定されている航空路を飛行する航空機の原子炉施設への落下については、その可能性が無視できるほど小さいと考えられるため評価対象外とする。</p> <p>②航空路の幅（<i>W</i>）</p> <p>航空法第37条の規定に基づいて、国土交通大臣が「航空路の指定に関する告示」によりその位置及び範囲を指定した航空路は、原則として地上の航空保安無線施設を結んだ線の上空に設定されている。また、計器誤差や風による影響等で航空路の中心線はずれることを考慮して、航空路には原則として中心線から両側に7km又は9kmの範囲の保護空域が設定されている。したがって、「航空路の指定に関する告示」に定められた航空路については、告示に基づき14km又は18kmの幅とする。</p> <p>なお、直行経路、転移経路、離着陸経路（最大離着陸地点以遠の経路）等については経路毎に保護空域の幅が異なるため、上空に設定されたこれらの経路の幅を調査し設定することとする。</p> <p>また、広域航法（RNAV）経路については、航法精度を航空路の幅とみなして用いることとする。</p> <p>(4) 原子炉施設の標的面積（<i>A</i>）</p> <p>原子炉施設への航空機落下に対する影響評価を行う場合において、航空機落下事故時の安全性を確保する観点から重要なのは、大量の放射性物質を蓄えている炉心や使用済燃料プールを保護すること、並びに、原子炉の安全停止（炉心冷却も含む。）を確保することである。したがって、原子炉施設への航空機落下確率評価では、これら</p>	

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>を踏まえ、安全上重要な構築物、系統及び機器の設置状況、航空機の大きさ、突入する角度、滑り込み等を勘案して標的面積を決める必要がある。本基準では、原則として0.01km<sup>2</sup>を用いるものとするが、巡航中の航空機の落下に対しては上空からの落下を想定して対象建屋の水平断面積を、また、離着陸時の航空機の落下に対しては突入角度を考慮して対象建屋の投影面積を評価し、各々の結果が0.01km<sup>2</sup>を上回る場合には、その評価結果を用いるものとする。ただし、自衛隊機及び米軍機については、離着陸時の事故を往復中の事故に含めていることから、これらは巡航中の航空機の落下として取り扱うこととする。</p> <p>なお、0.01km<sup>2</sup>という値は、フランスの基準やドイツの評価で用いられているものと同等である。</p> <p>解説 4 - 4 有視界飛行方式で飛行する民間航空機の落下確率評価における入力パラメータ等の考え方（第4章）</p> <p>(1) 対象航空機及び対象事故</p> <p>これまでの実績に基づき、有視界飛行方式による航空機の事故は、航空機の種類、飛行目的、飛行形態等から、以下のように分類することができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 不定期便大型固定翼機の離着陸時の事故</li> <li>② 不定期便大型固定翼機の巡航中の事故</li> <li>③ 軽飛行機など小型固定翼機の離着陸時の事故</li> <li>④ 軽飛行機など小型固定翼機の巡航中の事故</li> <li>⑤ 回転翼機の離着陸時の事故</li> <li>⑥ 回転翼機の巡航中の事故</li> </ul>	

補 2-2-29

## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>このうち、①、②、④及び⑥は原則として評価対象とするが、小型固定翼機と回転翼機の離着陸時の事故（上記の③と⑤）については、ほとんどが飛行場内又は飛行場付近に墜落しているという実績と、離陸から巡航及び巡航から着陸までの距離が短く原子炉施設が飛行場からある程度離れた場所に立地されていることから、評価の対象から外しても問題はないと言える。</p> <p>有視界飛行方式では、離着陸経路や飛行経路が明確に定められていないことから、これらの航空機の落下確率は全国平均値として評価するものとする。また、小型固定翼機や回転翼機の巡航中事故（上記④と⑥）の中には、不時着、農薬散布、工事中や資材運搬中、ホバリング中の事故が数多く含まれているが、こうした飛行が原子炉施設上空やその近傍で行われることは考えにくく、したがって、これらの事故については原子炉施設への落下の可能性が極めて低いと考えられるため評価対象外とする。なお、単位年当たりの事故率を算出するための事故事例の集計期間は、原則として最近の20年間とする。</p> <p>(2) 原子炉施設の標的面積及び対象航空機の種類による係数</p> <p>有視界飛行方式で飛行する民間航空機としては、不定期便の大型固定翼機、軽飛行機などの小型固定翼機並びに大型及び小型の回転翼機を対象としており、機体の重量や、飛行速度、落下時の衝撃力（荷重）、衝突時の標的面積（落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積）は、これら種類によって異なるものと考えられるが、標的面積については、計器飛行方式民間航空機や自衛隊機又は米軍機の場合と同様の考え方に基づいて決定するものとする（原則として<math>0.01\text{km}^2</math>を用いる。）。</p> <p>一方、軽飛行機などの小型固定翼機や小型回転翼機（小型機）については、表2に示すように、戦闘機や旅客機に比べてその機体重量が軽く、飛行速度注も遅いため、</p>	

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>落下時の衝撃力（荷重）も小さく、また、衝突時の衝突面積も小さくなる。さらに、一般に原子炉建屋が堅固な構築物であること等を考慮すると、小型機が原子炉施設に落下した場合においても、その影響を及ぼす原子炉施設の範囲が、戦闘機や旅客機の落下に対し著しく小さくなると言える。そこで、小型機の落下確率評価では、こうした因子を考慮し、大型機の場合に対して1/10という係数を乗ずるものとする。</p> <p>注) 小型機と戦闘機及び旅客機との間で飛行速度を比較するに当たり、小型機及び旅客機については巡航速度及び想定重量を比較することにより、小型機の衝撃力（荷重）が旅客機と比べて小さいことを示している。一方、戦闘機については滑空速度としているが、小型機より重量がある戦闘機について巡航速度より速度が遅い滑空速度を用いることは、小型機の衝撃力（荷重）が戦闘機や旅客機と比べて小さいことを示す上で、保守性があると言える。</p> <p>解説 4 - 5 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の自衛隊機あるいは米軍機の落下確率評価における対象航空機及び入力パラメータに関する考え方（第4章）</p> <p>(1) 対象航空機 本項目の評価で対象とする航空機は、自衛隊及び米軍機の大型及び小型の固定翼機並びに大型及び小型の回転翼機とする。</p> <p>(2) 入力パラメータ 本項目の評価における入力パラメータとしては、単位年当たりの事故率、訓練空域内外の面積及び原子炉施設の標的面積があるが、それらについての基本的考え方を以</p>	

補 2-2-31

## 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>下に記す。</p> <p>① 単位年当たりの事故率</p> <p>単位年当たりの事故率を算出するにあたっては、原則として、最近の20年間に おいて国内で発生した事象事例を対象とする。その際、事故の種類としては、自 衛隊機の操縦士に対して「異常発生時には落下を考慮して海上（あるいは山間部） への回避操作を行うよう」指導されていることを考慮し、陸上に落下した事例だ けを対象とする。ただし、基地内での事故は対象外とする。</p> <p>② 訓練空域内外の面積</p> <p>自衛隊機用の訓練空域は、現在、陸地上空と海上に、それぞれ、27カ所（面積の 総計：約80,000km<sup>2</sup>）、62カ所（同：約590,000km<sup>2</sup>）設定されている。</p> <p>また、米軍機用の訓練空域は、現在、陸地上空と海上に、それぞれ、8カ所（面 積の総計：約400km<sup>2</sup>）、22カ所（同：約110,000km<sup>2</sup>）設定されている。</p> <p>上記①に述べたように、陸上に落下した事象事例のみを対象とすることから、 訓練空域内での落下事故は、当該空域の面積に相当する陸地（陸地上空に位置す る訓練区域面積の合計）で発生したものとし、また、訓練空域外での落下事故は、 訓練空域に相当する陸地面積を除く陸地（即ち、日本国土面積から訓練区域面積 を除いた面積）において発生したものとする。</p> <p>なお、評価を行う際には、航空路誌（A I P）等から得られる最新の面積を用 いる。</p> <p>③ 原子炉施設の標的面積</p> <p>原子炉施設の標的面積は、計器飛行方式民間航空便の場合と同様の考え方に基 づいて決定するものとする（原則として0.01km<sup>2</sup>用いる。）。</p>	

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準との整合について

実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価基準	基準への適合性
<p>解説 4 - 6 基地と訓練空域間往復経路 (第 4 章)</p> <p>自衛隊機あるいは米軍機の基地と訓練空域との往復は、①回廊、②移動経路、あるいは、③想定飛行範囲のいずれかのルートに沿って飛行することが考えられる。</p> <p>回廊は、図 1 に示すように、基地と訓練空域との間のある区域において帯状に設定されている。</p> <p>また、移動経路は、図 2 に示すように、基地と訓練空域をその間に設定される幾つかの中継点を介して結ぶ直線ルートである。このような経路は、平成12年3月22日と同年7月4日に相次いで女川発電所近傍に自衛隊機が墜落した事故を受けて、こうした事故の再発を防止するために、原子炉施設上空を避けたルートとして新たに設定されたもので、現時点では、女川発電所近傍に存在するのみである。</p> <p>一方、想定飛行範囲は、図 3 に示すように、基地と訓練空域境界とを結ぶ三角形の区域を指す。</p>	

補足説明資料 3 - 1



再処理施設の防護設計について（既許可申請書）

本文「四、再処理施設の位置，構造及び設備並びに再処理の方法 ロ. 再

処理施設の一般構造 (6)その他の主要な構造」より抜粋

(v) 再処理施設の上空には三沢特別管制区があり，南方向約10 k mの位置には三沢対地訓練区域がある。三沢対地訓練区域で対地射爆撃訓練飛行中の航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが，当区域で多くの訓練飛行が行われているという立地地点固有の社会環境等を配慮し，仮に訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに，一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えるおそれのある施設は，航空機に対して貫通が防止でき，かつ，航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できる堅固な建物・構築物で適切に保護する等，安全確保上支障がないように設計する。建物・構築物の防護設計においては，余裕を考慮し，航空機総重量20 t，速度150m/sから求まる衝撃荷重を用いる。

添付書類六「1. 安全設計 1.7その他の設計方針」より抜粋

1.7.3 航空機に対する防護設計

1.7.3.1 防護設計の基本方針

三沢対地訓練区域で訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに，一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えるおそれのある施設は，航空機に対して貫通が防止でき，かつ，航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できる堅固な建物・構築物で適切に保護する等，安全確保上支障がないように設計する。

### 1.7.3.2 防護対象施設

三沢対地訓練区域で訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに、一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えるおそれのある施設は防護対象とする。安全上重要な施設については原則として防護対象とする。

防護方法としては、安全上重要な施設とその他の施設が同じ区域に設置されている等の再処理施設の特質を配慮して、建物の外壁及び屋根により建物全体を適切に保護する方法を基本とし、建物内部に設置されている施設の安全性を確保する。放射性物質を内蔵する防護対象施設が一箇所に集中している使用済燃料輸送容器管理建屋及び第1ガラス固化体貯蔵建屋は、建物の壁及び床により防護対象とする区画を適切に保護する方法を用いる。また、放射性物質を内蔵しておらずかつ多重化が要求される冷却水設備の安全冷却水系、非常用電源建屋の第2非常用ディーゼル発電機及び一部の洞道は同時に2系列破損しないよう十分な離隔距離をとって配置する方法を用いる。

防護設計を行う建物・構築物を、第1.7-1表に示す。

安全上重要な施設であり防護対象外とする施設は、主排気筒、主排気筒の排気筒モニタ、安全蒸気系のボイラ用燃料ポンベ及び第1ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンのしゃへい容器である。これら施設については、航空機が施設に墜落する可能性は無視できること<sup>(26)</sup>、又は仮に航空機が施設に墜落することを想定しても、一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないことから防護対象外とする。

ここでは防護対象施設選定の妥当性を確認するために、仮に形状の大きい主排気筒に航空機が墜落することを想定して、一般公衆に与える線量当量を評価する。なお、航空機の墜落により主排気筒が破損し

ても、主排気筒の倒壊に至る可能性は無視できる。

本評価において、次のような経過を想定する。

主排気筒の破損発生とともに新たに使用済燃料の処理は行わないとし、その時点にせん断処理施設のせん断機及び溶解施設の溶解槽にある使用済燃料を約1 tとし、その溶解に伴って発生するクリプトン-85及び炭素-14が、気体廃棄物の廃棄施設の前処理建屋せん断処理・溶解廃ガス処理設備を經由して、破損した主排気筒から、せん断処理施設及び溶解施設の処理能力を考慮して、約6時間の間に放出されるものとする。気体廃棄物の廃棄施設の精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）のうちプルトニウム濃縮液一時貯槽等から発生する廃ガス並びに高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備のうち高レベル廃液貯蔵設備から発生する廃ガス及び低レベル廃液処理建屋塔槽類廃ガス処理設備からの廃ガスについては、平常時と同じ放射性物質が1年間にわたって放出されるものとする。その他の廃ガスについては、主排気筒の破損発生に伴って工程内洗浄等の工程停止操作を行うため、1箇月以内に放射性物質の放出は収束するが、ここでは平常時と同じ放射性物質が1箇月間にわたって放出されるものとする。

航空機の墜落による主排気筒の破損に伴い放出される廃ガス中の放射性物質の放出量は、添付書類七「4.2.2 気体廃棄物の推定放出量」に示される推定年間放出量に基づいて、前述の各発生源別の放出時間を考慮し、設定する。

大気中への主な放射性物質の放出量は、以下のとおりである。

核種	放出量 (Bq)
H-3	$6.9 \times 10^{14}$
C-14	$6.5 \times 10^{10}$
Kr-85	$4.1 \times 10^{14}$
Sr-90	$5.1 \times 10^8$
Ru-106	$7.6 \times 10^9$
I-129	$2.0 \times 10^9$
I-131	$1.5 \times 10^{10}$
Pu-238	$6.8 \times 10^7$
Pu-239	$6.1 \times 10^6$
Pu-240	$9.6 \times 10^6$
Pu-241	$2.2 \times 10^9$
Am-241	$6.0 \times 10^6$
Cm-244	$1.7 \times 10^7$

線量当量の評価に当たっては、大気中へ放出される放射性物質は破損した主排気筒から放出するものとして、地上放散を仮定し計算する。

敷地境界外の地表空气中濃度及び放射性雲からのガンマ線による外部被ばくに係る線量当量は、添付書類四「2.5 安全解析に使用する気象条件」に記述する使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における相対濃度及び相対線量に、放射性物質の放出量を乗じて求める。

放射性物質の吸入による敷地境界外の内部被ばくに係る線量当量  $D_{I_i}(S_v)$  は次式で計算する。

$$D_{I_i} = \sum_i Q_{I_i} \cdot R \cdot \chi / Q \cdot (H_{50})_i$$

ここで、

$Q_{I_i}$  : 事故期間中の放射性核種  $i$  の大気放出量 (Bq)

$R$  : 人間の呼吸率 ( $m^3 / s$ )

呼吸率  $R$  は、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」の付録Ⅱ<sup>(27)</sup>に基づき、短時間放出の場合の活動時間中の呼吸率  $3.33 \times 10^{-4}$  ( $m^3 / s$ ) を用いる。

$\chi / Q$  : 相対濃度 ( $s / m^3$ )

$$\frac{(H_{50})_i}{(Sv/Bq)} : \text{核種 } i \text{ の吸入による預託線量当量換算係数} \quad (42)$$

放射性雲からのガンマ線外部被ばくに係る線量当量  $D_r$  (Sv) は、次式で計算する。

$$D_r = K \cdot D/Q \cdot Q_r$$

ここで、

$K$  : 空気吸収線量から線量当量への変換係数 (Sv/Gy) (実効線量当量に対して  $K = 1$  とする)

$D/Q$  : 相対線量 (Gy/Bq)

$Q_r$  : 事故期間中のクリプトン-85の大気放出量 (Bq) (ガンマ線実効エネルギーの0.5MeV換算値)

上記に基づいて評価した敷地境界外の線量当量は、約  $1 \text{ mSv}$  である。

使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋及び第1低レベル廃棄物貯蔵建屋等の安全上重要な施設を収納しない建物・構築物で防護設計を行わないものについては、航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、仮に航空機が施設に墜落することを想定しても、航空機の墜落及び火災による環境への移行率をそれぞれ1%として<sup>(28)</sup>、線量当量評価を行った結果、主排気筒の評価値を下回っており、一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。

### 1.7.3.3 防護設計条件の設定

防護設計の条件設定に当たっては、<sup>(29)</sup> F-16の諸元を用い余裕を考慮して設定した条件に平成9年3月に三沢基地に配備されたF-4EJ

改を考慮する。なお、平成12年10月から順次、三沢基地に配備されるF-2について検討した結果、F-2の航空機条件は、F-16の諸元を用い余裕を考慮して設定した条件を上回るものではないことが確認されている。

F-16の諸元を用い余裕を考慮して設定した条件とは、平成9年3月より以前に三沢対地訓練区域で最も多く訓練飛行を行っていた航空自衛隊のF-1及び米国空軍のF-16のうち、機体の質量が大きく、厳しい結果を与えるF-16の諸元に基づき以下のとおり設定した条件である。

(26)

F-16等の戦闘機の事故要因のうち、三沢対地訓練区域での発生が考えられない要因並びに基地周辺及び訓練コース近傍でしか発生しない要因を除外し、再処理施設まで到達する可能性があるものを摘出すると、エンジン推力を喪失する場合は挙げられる。

なお、コックピット火災等によりパイロットが直ちに脱出した後も飛行を継続する場合も考えられるが、このような事象が生じる可能性は過去の事例からみて無視できる。

(26)

エンジン推力を喪失すると、通常パイロットは安全確保のために、機体の安定に必要な操作等を行った後最良滑空状態にし、基地又は海上等への到達を図る。到達が不可能と判断した場合でも、原子力関係施設等の回避を行った後、パイロット自身の安全確保等のため減速して脱出する。このときの航空機の速度は最良滑空速度と失速速度の間にあると考えられる。回避が行われずに航空機が施設まで滑空することは考えられないが、ここでは回避が行われずに最良滑空速度で滑空する場合を想定する。

(26)(30)

(31)

三沢対地訓練区域で訓練飛行中のF-16について、昭和63年9月か

ら2年間にわたり当社が調査した結果では、搭載物は燃料タンク及び小型の模擬弾（約10kg）であり、質量としては、第1.7-1図に示すように大部分が約13t以下であるが、現実には搭載しないと考えられる訓練時の最大装備を仮定し、航空機の質量を16tとする。

このときの最良滑空速度を下式により求めると  $144\text{m/s}$  となる。

$$V = \sqrt{\frac{2W}{\rho \cdot S \cdot C_r}} \quad C_r = \sqrt{C_{L^2} + C_{D^2}}$$

ここで、

$V$  : 飛行速度 ( $\text{m/s}$ )

$W$  :  $M \times g$

$M$  : 航空機の質量 ( $\text{kg}$ )

$g$  : 重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ )

$\rho$  : 空気密度 ( $\text{kg/m}^3$ )

$S$  : 主翼面積 ( $\text{m}^2$ )

$C_L$  : 揚力係数 (-)

$C_D$  : 抗力係数 (-)

上式において主翼面積は $28\text{m}^2$ とし、揚力係数及び抗力係数は各々 $0.44$ 、 $0.044$ とする。

航空機を対象とした衝撃荷重及びエンジンに係る条件として、航空機の質量 $16\text{t}$ 、速度 $150\text{m/s}$ から求まる衝撃荷重、及びエンジンの質量 $1.5\text{t}$ 、エンジン吸気口部直径 $0.98\text{m}$ 、エンジンの衝突速度 $150\text{m/s}$ とする。

さらに、建物・構築物の防護設計においては、余裕を考慮し、航空機の質量 $20\text{t}$ 、速度 $150\text{m/s}$ から求まる衝撃荷重を用いる。また、

貫通限界厚さの算定についても同様に、余裕を考慮し、エンジンの質量1.9 t、エンジン吸気口部直径0.98m、エンジンの衝突速度150m/sとする。

以下にF-4EJ改の航空機条件を適切に設定し、上記条件と比較する。

(26)

F-4の事故要因のうち、三沢対地訓練区域での発生が考えられない要因並びに基地周辺及び訓練コース近傍でしか発生しない要因を除外し、再処理施設まで到達する可能性があるものを抽出すると、エンジン推力を喪失する場合が挙げられる。

エンジン推力喪失時のパイロットの対応及び脱出時の速度は、前述の場合と同じであり、また、回避が行われずに航空機が施設まで滑空することは考えられないが、ここでも、回避が行われずに最良滑空速度で滑空する場合を想定する。

(46)

航空機の質量は、文献や三沢対地訓練区域で訓練飛行中のF-1の外部搭載物搭載状況を昭和63年9月から6年間にわたり当社が調査した結果から22 tと見積もった。F-1の観測結果に基づき算定したF-4EJ改の出現頻度を第1.7-3図に示す。なお、F-4EJ改の質量が22 tを超える場合がわずかにあるとしても、三沢対地訓練区域で訓練飛行中の航空機の施設への墜落の可能性が極めて小さいことを考えれば、そのような航空機が施設へ墜落する可能性は無視できる。

(26)

F-4EJ改の最良滑空速度を上式により求めると155m/sとなる。上式において、主翼面積は49.2m<sup>2</sup>とし、揚力係数及び抗力係数は各々0.3、0.036とする。

(47)



F-4EJ改を対象とした衝撃荷重及びエンジンに係る条件として航空機の質量22 t，速度155m/sから求まる衝撃荷重，及びエンジンの質量<sup>(48)</sup>1.745 t/基，エンジン吸気口部直径<sup>(48)</sup>0.992m，エンジンの衝突速度155m/sとする。

建物・構築物の防護設計においては，F-4EJ改のこれらの条件から求まる衝撃荷重の応答について評価した結果，前述の航空機の質量20 t，速度150m/sから求まる衝撃荷重の応答を上回るものではないことを確認したことから，衝撃荷重に係る条件として，F-16の諸元を用い余裕を考慮して設定した条件である航空機の質量20 t，速度150m/sから求まる衝撃荷重とする。

また，貫通限界厚さの算定についてもF-4EJ改を考慮し，エンジンに係る条件として，F-16の諸元を用い余裕を考慮して設定した条件であるエンジンの質量1.9t，エンジン吸気口部直径0.98m及びエンジンの衝突速度150m/s並びにF-4EJ改を対象とした条件であるエンジンの質量1.745 t/基，エンジン吸気口部直径0.992m及びエンジンの衝突速度155m/sとする。

#### 1.7.3.4 建物・構築物の防護設計

航空機は，柔な機体とそれに比べて比較的硬いエンジンから構成されているという構造的特徴があり，航空機衝突時の建物・構築物の損傷の評価においては，比較的硬いエンジンの衝突による貫通等の局所的な破壊と機体全体の衝突による鉄筋コンクリート版等の全体的な破壊という二つの現象を考慮する。

防護設計を行う建物・構築物は，エンジンの衝突による貫通を防止でき，航空機全体の衝撃荷重によるコンクリートの圧縮破壊及び鉄筋

又は鋼材の破断による版の全体的な破壊を防止できる堅固な構造とする。

壁等に設けられた開口部について、開口面積の大きいものは、迷路構造により開口内部を直接見込めない構造とすること等によって防護設計を行う。

また、航空機が再処理施設まで滑空する場合には、東又は南方向から角度をもって施設に向かうと考えられるが、安全側の設計として、荷重はすべての方向の壁及び天井に対して直角に作用するものとする。

なお、防護設計を行う建物・構築物は航空機搭載燃料の燃焼による火災を考慮した設計とする。この際の圧力影響は、無視できるほど小さいため考慮しない。<sup>(36)</sup>

(1) エンジンによる鉄筋コンクリート版の防護厚さは、適合性が確認されているDegen<sup>(37)</sup>による剛飛来物の貫通限界厚さの評価式に、実物航空機のエンジンを用いた実験<sup>(38)</sup>から得られた成果を反映した下式により求められる貫通限界厚さを下回らないものとする。

$$e = 0.65 e'$$

ただし、

$$1.52 \leq X/d \leq 13.42 \text{ の場合 } e'/d = 0.69 + 1.29(X/d)$$

$$1.52 \geq X/d \text{ の場合 } e'/d = 2.2(X/d) - 0.3(X/d)^2$$

貫入深さ(X)は、

$X/d \leq 2.0$ の場合

$$X/d = 2 \left\{ (180/\sqrt{f_c'}) \cdot 0.72 d^{0.2} \cdot D(V/1000)^{1.8} \right\}^{0.5}$$

$X/d \geq 2.0$ の場合

$$X/d = (180/\sqrt{f_c'}) \cdot 0.72 d^{0.2} \cdot D(V/1000)^{1.8} + 1$$

ここで、

e : 貫通限界厚さ (i n)

e' : Degen 式による貫通限界厚さ (i n)

X : 貫入深さ (i n)

d : エンジン有効直径 (i n)

f<sub>c</sub>' : コンクリート圧縮強度 (l b f / i n<sup>2</sup>)

D : W / d<sup>3</sup> (l b f / i n<sup>3</sup>)

W : エンジン重量 (l b f)

V : 衝突速度 (f t / s)

なお、エンジン有効直径としては、エンジン吸気口部直径を用いることとする。

(2) 機体全体の衝突による建物・構築物の破壊に対しては、衝撃荷重を用いた版の応答解析を行い、コンクリートの圧縮破壊及び鉄筋又は鋼材の破断を生じさせない設計とする。

a. 衝撃荷重は、Riera が理論的に導いた評価式に、<sup>(39)</sup> 実物航空機を用いた<sup>(38)</sup> 実験から得られた成果を反映した下式により求める。

$$F(t) = P_c \{x(t)\} + 0.9\mu \{x(t)\} \cdot V(t)^2$$

ここで、

F(t) : 衝撃荷重(N)

P<sub>c</sub> {x(t)} : 衝突面における航空機の破壊強度(N)

μ {x(t)} : 衝突面における航空機の単位長さ当たりの質量 (k g / m)

V(t) : 衝突面における航空機の速度 (m / s)

x(t) : 時刻 t における機体軸方向の衝突位置 (m)

P<sub>c</sub> {x(t)} 及び μ {x(t)} は、<sup>(38)</sup> 文献を参考に、航空機の

重量，長さに合わせて策定し，設計に用いる衝撃荷重曲線は，上式による算定結果に対し，全体的な形状をとらえ，力積が下回らないように平滑化した。

上記により得られた衝撃荷重曲線を第1.7-2図に示す。

b. コンクリートの圧縮破壊及び鉄筋又は鋼材の破断による版の破壊防

止に対する許容値は，米国土木学会等<sup>(40)(41)</sup>の文献及び日本工業規格を参考

に次の値とする。

コンクリートの圧縮歪： $6,500 \times 10^{-6}$

鉄筋及び鋼材の引張歪： $60,000 \times 10^{-6}$

## 1.9 参考文献一覧

- (1) 「臨界安全ハンドブック」, 科学技術庁核燃料規制課編, (1988)
- (2) 「ガンマ線遮蔽設計ハンドブック」 日本原子力学会, (1988)
- (3) A. G. Croff, “A User’s Manual for the ORIGEN2 Computer Code”,  
ORNL/TM-7175 (1980)
- (4) S. J. Rimshaw, E. E. Ketch en, “CURIUM DATA SHEETS”, ORNL-4357 (1969)
- (5) “SCALE: A Modular Code System for Performing Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation”, NUREG/CR-0200  
ORNL/NUREG/CSD-2, Vol. 1, (July 1980)
- (6) K. Aoki, T. Takaue, et al., “Water Chemistry Experience at SHIMANE Nuclear Power Station Units No. 1 and No. 2”, WATER CHEMISTRY’ 91  
PROCEEDINGS, (April 1991)
- (7) “American National Standard” ANSI/ANS-57.9-1984
- (8) M. LEDUC et al., “ETUDES DE CORROSION SUR LES MATERIAUX DESTINES AUX USINES DE RETRAITEMENT”, RECOD 87
- (9) Okubo et al, “DEMONSTRATION TESTS ON CORROSION RESISTANCE OF EQUIPMENTS FOR SPENT FUEL REPROCESSING PROCESS”, RECOD 87
- (10) A. B. McIntosh & T. E. Evans, “The Effects of Metal Species Present in Irradiated Fuel Elements on the Corrosion of Stainless Steel in Nitric Acid”, (September 1958)
- (11) 「ステンレス鋼便覧」, 日刊工業新聞社
- (12) J. BACHELAY et al., IAEA-TECDOC-421, P. 83 - 96. (1986)
- (13) 伊藤伍郎, 「腐食科学と防食技術」 コロナ社
- (14) 外山和男 他, 「破壊と新技術」 日本機械学会 シンポジウム 講

演論文 (1990)

- (15) H. Chauve et al., “ZIRCONIUM USE FOR LARGE PROCESS COMPONENTS :ZIRCONIUM BEHAVIOUR IN NITRIC MEDIA;DEVELOPMENT AND APPLICATION REPROCESSING EQUIPMENT” IAEA, Vienna, (September 1986)
- (16) J. Decours and R. Demay, “Zirconium Fabrication and Junction Between Zirconium or Titanium and Stainless Steel”, ASTM STP 917
- (17) 小沼 勉 他, 「爆着接合法によるステンレス鋼とジルコニウムの異材接合技術の開発」 日本原子力学会誌 Vol. 30, No. 9 (1988)
- (18) Manson Benedict, Thomas H. Pigford, HANS Walfgang Levi 著, 清瀬量平訳, 「燃料再処理と放射性廃棄物管理の化学工学」, 原子力化学工学第IV分冊, 日本工業新聞社(昭和58年12月)
- (19) G. S. Nichols, “Decomposition of the Tributyle Phosphate-Nitrate Complexes”, DP-526(1960)
- (20) T. J. Colven et al., “TNX Evaporator Incident January 12, 1953”, DP-25 (1953)
- (21) R. A. Pugh, “Notes Pertaining to Recuplex Producers Evaporation” Hanford Laboratories, HW-32100(1954)
- (22) 北川徹三, 「化学安全工学」, 日刊工業新聞社(昭和44年)
- (23) 柳生昭三, 「安全工学」, Vol. 1 No. 2, p. 100~108(1962)
- (24) Bernard Lewis, Guenther von Elbe, “Combusion, Flames and Explosion of Gases”, App. B, p. 754, ACADEMIC PRESS INC(1951)
- (25) 「原子力用コンクリート格納容器設計指針案・同解説」, 日本建築学会(1978)
- (26) 「訓練中の航空機の事故について」 (J/M-1001改1), 三菱重工業株式会社, 日本原燃株式会社(平成8年9月)

- (27) 「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」，原子力安全委員会(1990)
- (28) “Guidance for Defining Safety-Related Features of Nuclear Fuel Cycle Facilities”(ANSI N46.1)
- (29) “JANE’S All the World’s Aircraft 1987-1988”，Jane’s Publishing Company Limited, London
- (30) 「航空機取扱 (Beechcraft Bonanza E-33)」，航空大学校，(財)航空振興財団，(昭和45年3月)
- (31) “USAF Series T-33A NAVY Model TV-2 Flight Handbook”，USAF, Naval Aeronautics Publication
- (32) B.Kinzey, “F-16 Fighting Falcon in Detail & Scale”，Aero Publishers, Inc. USA
- (33) 比良二郎，「飛行の理論」広川書店
- (34) L.Nguyen et al., “Simulator Study of Stall/Post-Stall Characteristics of a Fighter Airplane with Relaxed Longitudinal Static Stability”，NASA Technical Paper 1538, (1979)
- (35) 「航空ジャーナル臨時増刊」，航空ジャーナル社(昭和55年2月)
- (36) 平野敏右，「ガス爆発予防技術」，海文堂
- (37) P.P.Degen, “Perforation of Reinforced Concrete Slabs by Rigid Missiles”，Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.106, No.ST7, (July, 1980)
- (38) K.Muto et al., “Experimental Studies on Local Damage of Reinforced Concrete Structures by the Impact of Deformable Missiles and Full-Scale Aircraft Impact Test for Evaluation of

- Impact Force”, Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol. J, (1989)
- (39) J. D. Riera, “A Critical Reappraisal of Nuclear Power Plant Safety against Accidental Aircraft Impact”, Nuclear Engineering and Design 57, (1980)
- (40) R. P. Kennedy, “A Review of Procedures for the Analysis and Design of Concrete Structures to Resist Missile Impact Effects”, Nuclear Engineering and Design 37, (1976)
- (41) J. D. Stevenson et al., “Structural Analysis and Design of Nuclear Plant Facilities”, Editing Board and Task Groups of the Committee on Nuclear Structures and Materials of the Structural Division, ASCE, (1980)
- (42) “Limits for Intakes of Radionuclides by Workers”, ICRP Publication 30 (1978)
- (43) 「再処理施設 BWR 燃料貯蔵ラック等の臨界安全設計について」, HLR-044 訂 1, 株式会社 日立製作所 (平成 3 年 7 月)
- (44) 「再処理施設 PWR 燃料貯蔵ラック等の臨界安全設計について」, MAPI-3007 改 1, 三菱原子力工業株式会社 (平成 3 年 7 月)
- (45) D. A. Bridle et al., “a hands off technique for the internal decontamination of fuel transport flasks”, Patram’83
- (46) “JANE’S All the World’s Aircraft 1979-1980”, Jane’s Publishing Company Limited, London
- (47) NASA CR-2144 “AIRCRAFT HANDLING QUALITIES DATA”
- (48) “JANE’S All the World’s Aircraft 1986-1987”, Jane’s Publishing Company Limited, London



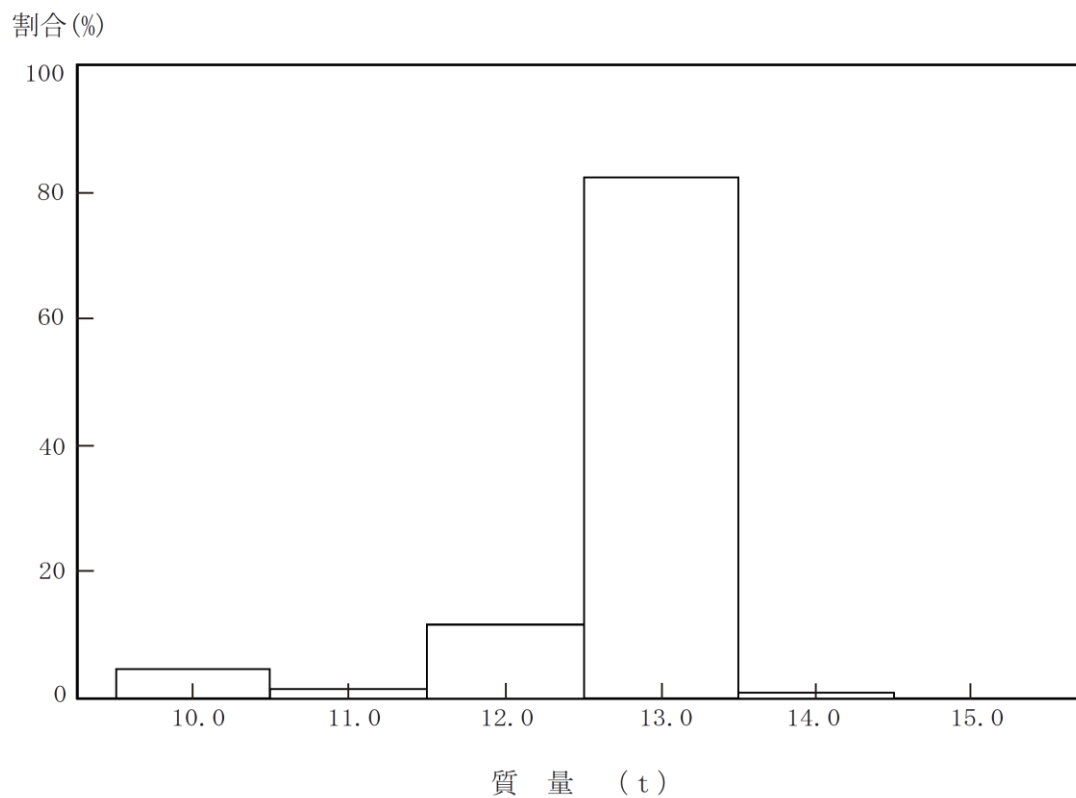
(49) 「日本原燃株式会社の再処理事業所再処理施設及び廃棄物管理施設に  
おける航空機に対する防護設計の評価条件の確認結果について」、  
科学技術庁(平成12年9月)

第 1.7-1 表 防護設計を行う建物・構築物及び防護方法

防護設計を行う建物・構築物	防 護 方 法
使用済燃料輸送容器管理建屋	使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫を壁等により防護する。
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
前処理建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
分離建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
精製建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ウラン脱硝建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ウラン酸化物貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
高レベル廃液ガラス固化建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	貯蔵区域及び受入れ室を壁等により保護する。
低レベル廃液処理建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
低レベル廃棄物処理建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
チャンネル ボックス・バーナブル ポイズン処理建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
ハル・エンド ピース貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
第 2 低レベル廃棄物貯蔵建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
制御建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
分析建屋	建物全体を外壁及び屋根により保護する。
非常用電源建屋	電気室を壁等により保護する。第 2 非常用ディーゼル発電機は分離配置を行う。
冷却水設備の安全冷却水系	分離配置を行う。

(つづき)

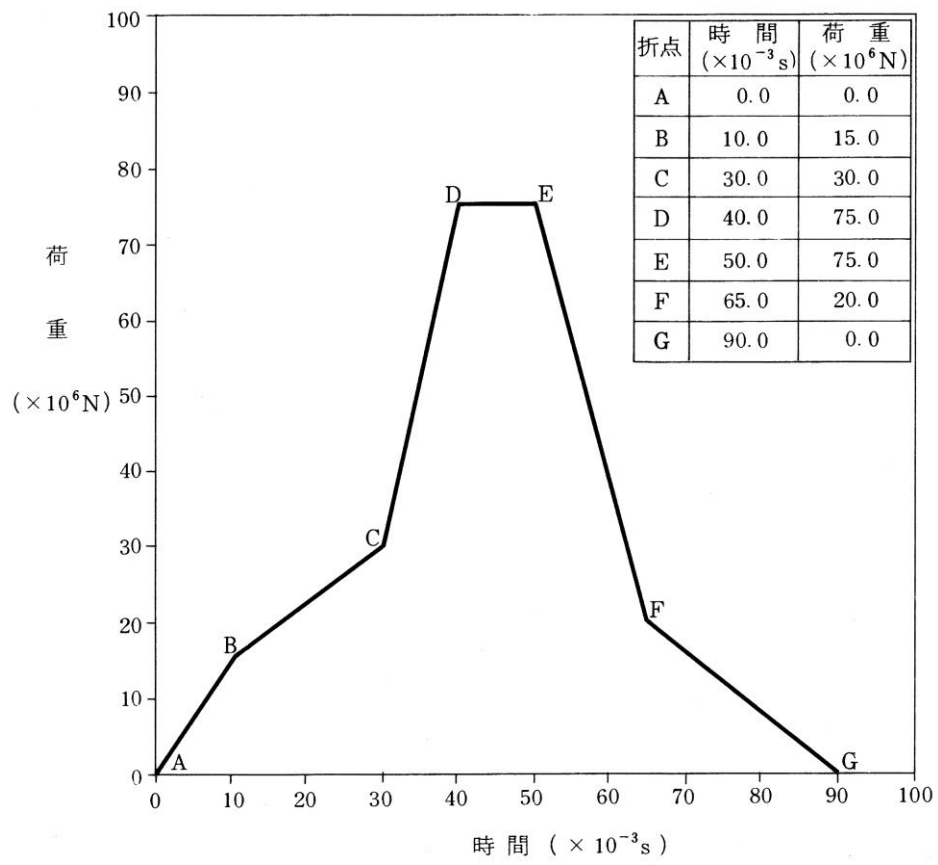
防護設計を行う建物・構築物	防 護 方 法
洞 道	
・分離建屋と高レベル廃液ガラス固化建屋を接続する洞道	・洞道を堅固な構造とする。
・分離建屋，精製建屋，ウラン脱硝建屋，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋，低レベル廃液処理建屋，低レベル廃棄物処理建屋及び分析建屋を接続する洞道のうち，低レベル廃液処理建屋に接続する東側の洞道並びにウラン脱硝建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に接続する洞道を除く部分	・洞道を堅固な構造とする。
・精製建屋とウラン脱硝建屋を接続する洞道	・洞道を堅固な構造とする。
・精製建屋とウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を接続する洞道	・洞道を堅固な構造とする。
・ウラン脱硝建屋とウラン酸化物貯蔵建屋を接続する洞道	・洞道を堅固な構造とする。
・高レベル廃液ガラス固化建屋と第1ガラス固化体貯蔵建屋を接続する洞道	・洞道を堅固な構造とする。
・使用済燃料受入れ・貯蔵建屋と冷却水設備の安全冷却水系を接続する洞道	・分離配置を行う。
・前処理建屋，分離建屋，精製建屋，高レベル廃液ガラス固化建屋，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋，制御建屋，非常用電源建屋，冷却水設備の安全冷却水系，主排気筒及び主排気筒管理建屋を接続する洞道のうち，安全上重要な施設としての排気ダクト又は主排気筒の排気筒モニタに接続する非常用所内電源ケーブルのみを収納する洞道を除く部分	・冷却水設備の安全冷却水系に接続する部分は分離配置し，その他は洞道を堅固な構造とする。



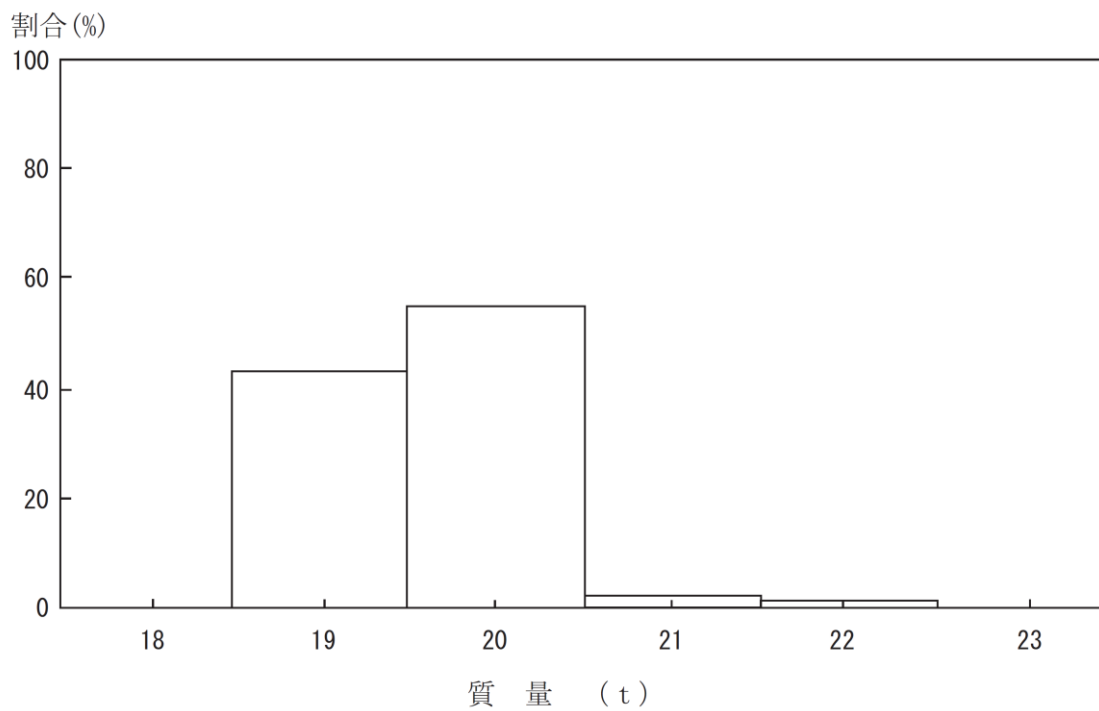
調査期間：昭和63年9月～平成2年8月

調査件数：約670件

第1.7-1図 F-16の出現頻度



第 1.7-2 図 衝撃荷重曲線



調査期間：昭和63年9月～平成6年8月

調査件数：1106件

第1.7-3図 F-4EJ改の出現頻度  
(F-1の観測結果に基づき算定)

補足説明資料 3 - 2

## 係数を適用する航空機選定の考え方について

再処理施設のうち建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物に対する航空機落下確率評価においては、航空機の衝突による影響が F-16 等と同程度かそれ以下の航空機については、対象航空機の種類による係数を適用する。係数を適用する場合の条件は以下のとおり。

## 《機体全体の衝突による全体的な破壊》

- ・ 全体的な破壊に用いる衝撃荷重の設定要素となる機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとする。

## 《エンジンの衝突による局所的な破壊》

- ・ 局所的な破壊に用いる貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さの算定要素となるエンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとする。

本資料では、速度と重量による選定の妥当性について以下のとおり示す。

## 1. 機体全体の衝突による全体的な破壊

現状の防護設計で用いている衝撃荷重の算定式は、Riera が理論的に導いた評価式に、武藤等による実物航空機 (F-4D Phantom II) を用いた剛版への衝撃実験から得られた成果を反映した下式に基づいており、質量 ( $\mu \{x(t)\}$ ) と速度 ( $V(t)$ ) の二乗が支配的な要素である。

したがって、機体重量、速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとした。



$$F(t) = P_c \{x(t)\} + \alpha \times \mu \{x(t)\} \times V(t)^2$$

ただし、

$F(t)$  : 衝撃荷重 (N)

$P_c \{x(t)\}$  : 衝突面における航空機の破壊強度 (N)

$\alpha$  : 武藤等による実験から得られた有効質量の係数 (=0.9)

$\mu \{x(t)\}$  : 衝突面における航空機の単位長さ当たりの質量 (kg/m)

$V(t)$  : 衝突面における航空機の速度 (m/s)

$x(t)$  : 時刻  $t$  における機体軸方向の衝突位置 (m)

このうち、航空機の破壊強度 ( $P_c$ ) は、実物航空機 (F-4D Phantom II) の衝突実験により求められた値である。

実験に用いた航空機は戦闘機であり、戦闘機の機体はコックピットが空洞でありその他については構造物がほぼ充填された剛な構造である。一方、戦闘機以外の航空機 (回転翼機、セスナ機等) についてはコックピット以外の箇所についても乗員用および貨物スペースがあり空洞状態の多い柔な構造であると想定され、実験で求めた戦闘機の破壊強度より小さくなると想定される。

このため、たとえ機体質量や衝突速度の両方が防護設計条件を上回った場合でも衝撃荷重は防護設計条件より小さくなると推定されるが、係数適用の航空機の選定においては、安全側に機体質量、速度の両方が防護設計条件を下回る場合に係数を適用し、いずれか一方でも防護設計条件を上回る場合は係数を適用しないこととした。

また、衝撃荷重を設定する際に扱われる質量は、単位長さ当たりの質量 (以下「単位質量」という。) であり、単に重量のみで適用の可否を選定すると不

確かさが残ることから、単位質量での評価の代替手法として対象航空機の機体長さを一律 5 m で等分布質量であると仮定した評価\*を実施した結果、機体質量及び速度で選定した結果が変わることはないことを確認した。

\* 各種機体の重量分布を把握することは困難であるものの、機体長さを短く設定することで、単位長さあたりの質量が増加し厳しい評価結果を与えることから、対象航空機のうち最も短い機体長さ約 10m のさらに半分となる 5 m を単位質量算定用の一律の検討長さとして検討を実施した。

## 2. 局所的な破壊（エンジンの貫通防止）

現状の防護設計で用いている貫通，裏面剥離の限界厚さ算定式は，下式のとおりであり，式を展開すると飛来物重量（エンジン重量）と速度の二乗が支配的な要素となる。

したがって，エンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用することとした。

### 1) 貫通限界厚さ

$1.52 \leq X/d \leq 13.42$	の場合	$e = \alpha_e \{0.69 + 1.29(X/d)\}d$
$1.52 \geq X/d$	の場合	$e = \alpha_e \{2.2(X/d) - 0.3(X/d)^2\}d$
ただし		
$X/d \leq 20$	の場合	$X/d = 2 \{ (180\sqrt{fc'}) \cdot N \cdot d^{0.2} \cdot D(V/1000)^{1.8} \}^{0.5}$
$X/d \geq 20$	の場合	$X/d = (180\sqrt{fc'}) \cdot N \cdot d^{0.2} \cdot D(V/1000)^{1.8} + 1$

ここで

e	: 貫通限界厚さ (in)
X	: 貫入深さ (in)
d	: 飛来物直径 (in)
fc'	: コンクリート設計基準強度 (lb/in <sup>2</sup> )
D	: $W/d^3$ (lb/in <sup>3</sup> )
W	: 飛来物重量 (lb)
V	: 飛来物種突速度 (ft/s)
N	: 飛来物先端形状係数
$\alpha_e$	: 飛来物係数

### 2) 裏面剥離限界厚さ

$$s = 1.84\alpha_s (V_0/V)^{0.13} \cdot (MV)^{2.04} / (d^{0.2} fc'^{0.4})$$

ここで

s	: 裏面剥離限界厚さ (ft)
d	: 飛来物直径 (ft)
fc'	: コンクリート設計基準強度 (lb/ft <sup>2</sup> )
M	: 飛来物質量 (lb)
$V_0$	: 飛来物基準速度 (200ft/s)
V	: 飛来物種突速度 (ft/s)
$\alpha_s$	: 飛来物係数

### 3) 単位換算

$$1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$$

$$1 \text{ ft} = 30.48 \text{ cm} (= 12 \text{ in})$$

$$1 \text{ lb} = 0.453592 \text{ kg}$$

$$G = 196133/6096 \text{ lb} \cdot \text{ft}/\text{s}^2 = 980.665 \text{ g} \cdot \text{cm}/\text{s}^2$$

ただし、算定式には、飛来物直径が含まれていることから、係数を適用するにあたって、飛来物直径の考慮の必要性について確認する必要がある。飛来物直径は短い方が厳しい結果を与えることをふまえ、飛来物直径を安全側に一律 0.5mとして貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さを算定した結果、選定結果が変わることはないことを確認した。

なお、飛来物直径 0.5mについては、係数の適用を検討した固定翼機（エンジン直径 0.5m～1.7m）のうち最もエンジン直径が短いものが約 0.5mであることから設定した。

補足説明資料 3 - 3

評価対象とする訓練空域周辺を飛行中の落下事故  
及び係数を適用する航空機の選定結果

評価対象とする訓練空域周辺を飛行中の落下事故を第 3 - 1 表に示す。

また、係数を適用する航空機の選定結果を第 3 - 2 表に示す。

評価対象とする航空機落下事故は、自衛隊機 10 回（うち 8 回が係数適用）  
及び米軍機 3 回（うち 2 回が係数適用）となる。

第 3 - 1 表 訓練空域周辺を飛行中の落下事故

No.	発生日	機 種
自衛隊機		
1	平成 13 年 2 月 14 日	AH1S（回転翼機） OH-6D（回転翼機）
2	平成 14 年 3 月 7 日	OH-6D（回転翼機）
3	平成 16 年 2 月 23 日	AH1S（回転翼機）
4	平成 17 年 4 月 14 日	MU-2（固定翼機）
5	平成 17 年 9 月 18 日	AH1S（回転翼機）
6	平成 19 年 3 月 30 日	CH-47JA（回転翼機）
7	平成 27 年 2 月 12 日	OH-6D（回転翼機）
8	平成 28 年 4 月 6 日	U-125（固定翼機）
9	平成 29 年 5 月 15 日	LR-2（固定翼機）
10	平成 30 年 2 月 5 日	AH-64D（回転翼機）
米軍機		
1	平成 16 年 8 月 10 日	S-3（固定翼機）
2	平成 16 年 8 月 13 日	CH-53D（回転翼機）
3	平成 20 年 10 月 24 日	セスナ機（固定翼機）

第3-2表 係数を適用する航空機の選定結果

No.	機種	機体重量 (t)	速度 <sup>*1</sup> (m/s)	エンジン 重量 <sup>*2</sup> (t)	係数適用	係数適用要否理由	
防護設計条件							
F-16		20	150	1.9			
F-4EJ 改		22	155	3.49			
自衛隊機							
1	AH-1S (回転翼機) OH-6D (回転翼機)	4.6 1.4	62 65	-	○	《全体的な破壊》 ・機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。 《局所的な破壊》 ・エンジン重量は不明であるが、機体重量及び速度が F-16 等の防護設計条件を大きく下回る。	
2	OH-6D (回転翼機)	1.4	65	-	○	同上	
3	AH1S (回転翼機)	4.6	62	-	○	同上	
4	MU-2 (固定翼機)	4.6	120	0.6	○	《全体的な破壊》 ・機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。 《局所的な破壊》 ・エンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。	
5	AH-1S (回転翼機)	4.6	62	-	○	《全体的な破壊》 ・機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。 《局所的な破壊》 ・エンジン重量は不明であるが、機体重量及び速度が F-16 等の防護設計条件を大きく下回る。	
6	CH-47JA (回転翼機)	23	72	-		《全体的な破壊》 ・機体重量が F-16 等の防護設計条件を上回ることから、係数を適用しない。 《局所的な破壊》 ・エンジン重量は不明であるが、機体重量が F-16 等の防護設計条件を上回ることから、係数を適用しない。	
7	OH-6D (回転翼機)	1.4	65	-	○	《全体的な破壊》 ・機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。 《局所的な破壊》 ・エンジン重量は不明であるが、機体重量及び速度が F-16 等の防護設計条件を大きく下回る。	
8	U-125 (固定翼機)	13	240	0.9		《全体的な破壊》 ・速度が F-16 等の防護設計条件を上回ることから、係数を適用しない。 《局所的な破壊》 ・速度が F-16 等の防護設計条件を上回ることから、係数を適用しない。	
9	LR-2 (固定翼機)	6.9	130	0.5	○	《全体的な破壊》 ・機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。 《局所的な破壊》 ・エンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。	
10	AH-64D (回転翼機)	7.3	73	0.5	○	《全体的な破壊》 ・機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。 《局所的な破壊》 ・エンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。	

補 3-3-2

第3-2表 係数を適用する航空機の選定結果

No.	機種	機体重量 (t)	速度 <sup>※1</sup> (m/s)	エンジン 重量 <sup>※2</sup> (t)	係数適用	係数適用要否理由	
防護設計条件							
F-16		20	150	1.9			
F-4EJ 改		22	155	3.49			
米軍機							
1	S-3 (固定翼機)	24	200	1.4		《全体的な破壊》 ・機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を上回ることから、係数を適用しない。 《局所的な破壊》 ・速度が F-16 等の防護設計条件を上回ることから、係数を適用しない。	
2	CH-53D (回転翼機)	20	78	0.7 <sup>※3</sup>	○	《全体的な破壊》 ・機体重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。 《局所的な破壊》 ・エンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る。	
3	セスナ機 (固定翼機)	1.1 <sup>※4</sup>	56 <sup>※4</sup>	—	○	・詳細な機種は不明であるが、航空機落下評価ガイドにおいて小型機に分類されていることから係数を適用する。	

- ※1 F-16 及び F4-EJ 改以外の航空機については巡航速度とする。  
 ※2 双発の航空機については2基のエンジン重量とする。  
 ※3 CH-53D のエンジン出力が近似するエンジンの値。  
 ※4 航空機落下評価ガイドの解説4-4 表-2に記載されている値。

《出典》

- ・AH-1S：日本航空機全集 2018
- ・OH-6D：日本航空機全集 2018
- ・MU-2 (機体重量, 速度)：2007 日本航空機全集
- ・MU-2 (エンジン重量)：JANE' S ALL THE WORLD' S AIRCRAFT 1995-96
- ・CH-47JA：日本航空機全集 2018
- ・U-125 (機体重量, 速度)：日本航空機全集 2018
- ・U-125 (エンジン重量)：JANE' S ALL THE WORLD' S AIRCRAFT 1995-96
- ・LR-2 (機体重量, 速度)：日本航空機全集 2018
- ・LR-2 (エンジン重量)：JANE' S ALL THE WORLD' S AIRCRAFT 1995-96
- ・AH-64D (機体重量, 速度)：日本航空機全集 2018
- ・AH-64D (エンジン重量)：<http://www.fi-powerweb.com/Engine/T700-GE-701.html>
- ・S-3 (機体重量, 速度)：JANE' S ALL THE WORLD' S AIRCRAFT 1975-76
- ・S-3 (エンジン重量)：JANE' S ALL THE WORLD' S AIRCRAFT 1989-90
- ・CH-53D (機体重量, 速度)：JANE' S ALL THE WORLD' S AIRCRAFT 1972-73
- ・CH-53D (エンジン重量)：[www.ge.com/aviation](http://www.ge.com/aviation)



補足説明資料 4 - 1

1 / 10 の係数を適用する建物・構築物について

自衛隊機又は米軍機の落下確率評価において 1 / 10 の係数を用いる建物・構築物は以下のとおりとする。

1. 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物

前処理建屋等については、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていることから、1 / 10 の係数を適用する建物・構築物とする。

2. 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物

安全冷却水系冷却塔等については、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていないことから、1 / 10 の係数を適用しない建物・構築物とする。また、安全上重要な施設であり防護対象外とした施設のうち、前処理建屋の安全蒸気系の LPG ボンベユニット及び第 1 ガラス固化体貯蔵建屋床面走行クレーンのしゃへい容器を収容する第 1 ガラス固化体貯蔵建屋については、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計とはしていないことから、1 / 10 の係数を適用しない建物・構築物とする。非常用電源建屋についても電気室を壁等により保護し第 2 非常用ディーゼル発電機は分離配置を行っているが、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計とはしていないことから、1 / 10 の係数を適用しない建物・構築物とする。

3. 分離建屋等の地上部ダクト等

分離建屋、精製建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の屋上及び壁にはダクトが設置されている。また、前処理建屋の屋上及び壁には再処理設備本体

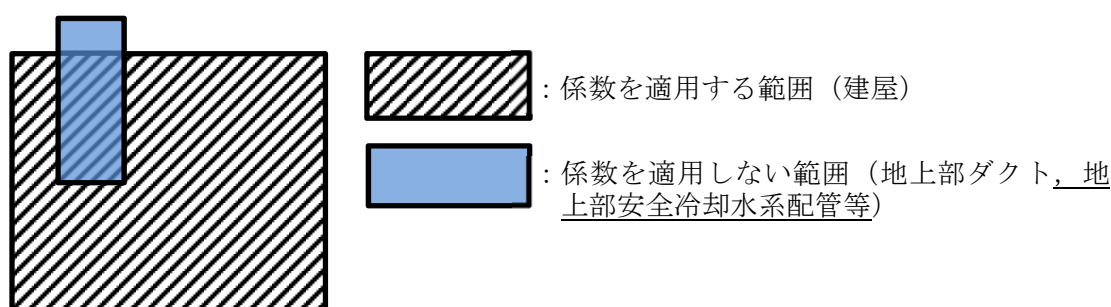
用 安全冷却水系冷却塔Aの安全冷却水系配管等が設置されている。

標的面積に地上部ダクト及び地上部安全冷却水系配管等を加える場合は、それらの支持構造物となる建屋についても標的面積として加えることとする。

分離建屋等は建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としているが、屋上等に設置されている地上部ダクト及び前処理建屋の屋上等に設置されている地上部安全冷却水系配管等については、防護する設計としていない。

このため、自衛隊機又は米軍機の落下確率評価においては、分離建屋等の屋上等に設置されている地上部ダクト及び前処理建屋の屋上等に設置されている地上部安全冷却水系配管等については、1/10の係数を適用しないこととする。(下図参照)

第4-1表に建物・構築物の一覧を示す。



建屋平面図

第4-1表 建物・構築物一覧

建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物	建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋, 前処理建屋, 分離建屋, 精製建屋, ウラン脱硝建屋, ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋, ウラン酸化物貯蔵建屋, ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋, 高レベル廃液ガラス固化建屋, チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋, ハル・エンドピース貯蔵建屋, 制御建屋, 分析建屋	LPGボンベユニット (前処理建屋), 地上部ダクト (分離建屋), 地上部ダクト (精製建屋), 地上部ダクト (高レベル廃液ガラス固化建屋), 第1ガラス固化体貯蔵建屋, 非常用電源建屋, 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A, B, 再処理設備本体用安全冷却水系冷却塔A, B, <u>地上部安全冷却水系配管等 (前処理建屋)</u> , 第2非常用ディーゼル発電機用安全冷却水系冷却塔A, B, 主排気筒 (主排気筒管理建屋及び地上部ダクト含む)

補足説明資料 5 - 1

## 評価対象となる航空路等の飛行回数

評価対象となる航空路等	ピーク日の飛行回数※ <sup>1</sup>	年間飛行回数※ <sup>2</sup>
直行経路 (MISAWA (MIS) - CHITOSE (ZYT))	平成 27 年上半期：2 (4 月 1 日) 平成 27 年下半期：5 (8 月 26 日)	1,825

※1 国土交通省航空局に問い合わせた結果（平成 27 年の札幌管制区のピーク日の交通量）を 365 倍した値。

※2 ピーク日の交通量を 365 倍した値。（ $5 \times 365 = 1,825$ ）

補足説明資料 5 - 2

## 民間航空機の延べ飛行距離

	延べ飛行 距離 (km)	備 考
平成 11 年	459,941,610	「航空機落下事故に関するデータ 平成 28 年 6 月 原子力規制委員会」
平成 12 年	480,695,802	同上
平成 13 年	489,782,465	同上
平成 14 年	498,480,635	同上
平成 15 年	519,275,755	同上
平成 16 年	517,051,659	同上
平成 17 年	527,104,292	同上
平成 18 年	555,392,832	同上
平成 19 年	559,616,583	同上
平成 20 年	554,535,973	同上
平成 21 年	544,494,742	同上
平成 22 年	548,444,056	同上
平成 23 年	554,156,367	同上
平成 24 年	607,933,799	同上
平成 25 年	656,587,038	「航空輸送統計調査」
平成 26 年	678,832,124	同上
平成 27 年	681,945,100	同上
平成 28 年	682,890,250	同上
平成 29 年	689,723,341	同上
平成 30 年	690,566,330	同上
合 計	11,497,450,753	

補足説明資料 5 - 3



## 航空機落下確率の端数処理について

航空機落下確率の評価においては、安全側の結果が得られるように、以下のとおり端数処理を行った。

(1) インプット条件のうち、標的面積 (A1, A2) については、複数の施設の面積を合算した値から 100 の位を切り上げとした。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を対象とした場合の標的面積の計算を以下に例示する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 (4,000m<sup>2</sup>) の安全機能の維持に必要な建物・構築物のうち、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている建物・構築物として、前処理建屋 (6,000m<sup>2</sup>)、分離建屋 (5,700m<sup>2</sup>)、精製建屋 (6,500m<sup>2</sup>)、高レベル廃液ガラス固化建屋 (5,100m<sup>2</sup>)、制御建屋 (2,900m<sup>2</sup>) が該当する。建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設の標的面積 A 1 は、これらの面積の合算した値 (30,200m<sup>2</sup>) から 100 の位を切り上げて 31,000m<sup>2</sup>とした。

安全機能の維持に必要な建物・構築物のうち、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない建物・構築物として、地上部ダクト(分離建屋 ; 710m<sup>2</sup>、精製建屋 ; 300m<sup>2</sup>、高レベル廃液ガラス固化建屋 ; 150m<sup>2</sup>)、非常用電源建屋 (1,200m<sup>2</sup>)、再処理設備本体用 安全冷却水系冷却塔 A, B (A ; 1,700m<sup>2</sup>, B ; 1,700m<sup>2</sup>)、第2非常用ディーゼル発電機用 安全冷却水系冷却塔 A, B (A ; 1,500m<sup>2</sup>, B ; 1,500m<sup>2</sup>)、主排気筒 (2,200m<sup>2</sup>) を選定し、また、前処理建屋の屋外に設置する地上部安全冷却水系配管等 (770m<sup>2</sup>) についても加えた。

建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処理施設の標的面積A<sub>2</sub>は、これらの面積の合算した値 (11,730m<sup>2</sup>) から 100 の位を切り上げて 12,000m<sup>2</sup>とした。

(2) 航空機落下確率の計算は、途中式の計算では端数処理は行わず、最終的に算出した値に対して3桁目を切り上げて有効数字2桁とした。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を対象とした場合の再処理施設への航空機落下確率の計算を以下に例示する。

a. 計器飛行方式民間航空機の再処理施設への航空機落下確率

計器飛行方式民間航空機の再処理施設への航空機落下確率  $P_c$  は以下の計算結果より約  $2.3 \times 10^{-10}$  (回/年) となる。

$$P_c = \frac{(0.5 / 11,497,450,753) \times 1,825 \times 0.043}{14.816}$$

$$= \underline{2.304} \times 10^{-10} \text{ (回/年)}$$

b. 訓練空域周辺を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率

建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設への航空機落下確率  $P_{so_1}$  は以下の計算結果より、3桁目を切り上げて約  $2.0 \times 10^{-8}$  (回/年) とした。

$$P_{so_1} = \left( \frac{0.4}{295,675} + \frac{0.1}{372,410} \right) \times \underline{0.031} \times 0.1 +$$

$$\left( \frac{0.1}{295,675} + \frac{0.05}{372,410} \right) \times \underline{0.031}$$

$$= \underline{1.968} \times 10^{-8} \text{ (回/年)}$$

建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処理施設への航空機落下確率  $P_{so_2}$  は以下の計算結果より、3桁目を切り上げて約  $2.6 \times 10^{-8}$  (回/年) とした。

$$P_{so_2} = \left( \frac{0.4+0.1}{295,675} + \frac{0.1+0.05}{372,410} \right) \times 0.012$$

$$= 2.513 \times 10^{-8} \text{ (回/年)}$$

訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率  $P_{sox}$  は端数処理していない  $P_{so_1}$  及び  $P_{so_2}$  を用いて計算を行い、以下の計算結果より3桁目を切り上げて約  $4.5 \times 10^{-8}$  (回/年) となる。

$$P_{sox} = P_{so_1} + P_{so_2}$$

$$= 1.968 \times 10^{-8} + 2.513 \times 10^{-8}$$

$$= 4.481 \times 10^{-8} \text{ (回/年)}$$

c. 再処理施設への航空機落下確率

計器飛行方式民間航空機の再処理施設への航空機落下確率  $P_c$  と訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率  $P_{sox}$  の総和は、端数処理していない  $P_c$ 、 $P_{so_1}$  及び  $P_{so_2}$  を用いて計算を行い、以下の計算結果より、3桁目を切り上げて約  $4.5 \times 10^{-8}$  (回/年) とした。

$$P_c + P_{so1} + P_{so2} = 2.304 \times 10^{-10} + 1.968 \times 10^{-8} + 2.513 \times 10^{-8}$$

$$= 4.504 \times 10^{-8} \text{ (回/年)}$$

補足説明資料 5 - 4

対象となる全ての建物・構築物の面積を合算した場合の航空機落下確率

対象となる全ての建物・構築物の面積を合算した面積を標的面積とした場合の再処理施設への航空機落下確率について参考として評価を実施した。評価結果を以下に示す。

(1) 計器飛行方式民間航空機

航空路（直行経路）を巡航中の計器飛行方式民間航空機の再処理施設への航空機落下確率を以下に示す。

$$\begin{aligned}
 P_C &= \frac{f_C \times N_C \times A}{W} \\
 &= \frac{(0.5 / 11,497,450,753) \times 1,825 \times 0.082}{14.816} \\
 &= 4.4 \times 10^{-10} \text{ (回/年)}
 \end{aligned}$$

$P_C$  : 再処理施設への巡航中の航空機落下確率 (回/年)

$N_C$  : 評価対象とする直行経路の年間飛行回数 ; 1,825 (飛行回/年)

(注1)

$A$  : 再処理施設の標的面積 ; 0.082 (k m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

$W$  : 航空路幅 ; 14.816 (k m)

$f_C = G_C / H_C$  : 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率 (回 / (飛行回・k m) )

$G_C$  : 巡航中事故件数 ; 0.5 (回)

$H_C$  : 延べ飛行距離 ; 11,497,450,753 (飛行回・k m) (注2)

(注1) 国土交通省航空局に問い合わせた結果 (平成27年の札幌管制区のピーク日の交通量) を365倍した値。【補足説明資料 5 - 1】

(注2) 平成11年1月から平成24年12月での期間は「航空機落下事故に関するデータ 平成28年6月 原子力規制委員会」、平成25年1月から平成30年12月までの期間は「航空輸送統計調査」による。

【補足説明資料5-2】

(2) 自衛隊機又は米軍機

訓練空域周辺を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率を以下に示す。

$$P_{sox} = P_{so_1} + P_{so_2}$$

$P_{sox}$  : 訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)

$P_{so_1}$  : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設への訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)

$P_{so_2}$  : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としない再処理施設への訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率 (回/年)

a. 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設への航空機落下確率

$$\begin{aligned}
 P_{SO_1} &= \left( \frac{f_{SO_1}}{S_o} \times AI \times \alpha \right) + \left( \frac{f_{SO_2}}{S_o} \times AI \right) \\
 &= \left( \frac{0.4}{295,675} + \frac{0.1}{372,410} \right) \times 0.058 \times 0.1 + \\
 &\quad \left( \frac{0.1}{295,675} + \frac{0.05}{372,410} \right) \times 0.058 \\
 &= 3.7 \times 10^{-8} \text{ (回/年)}
 \end{aligned}$$

$f_{SO_1}$  : 係数を適用する航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 :  $8/20=0.4$  (回/年), 米軍機 :  $2/20=0.1$  (回/年)

$f_{SO_2}$  : 係数を適用しない航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 :  $2/20=0.1$  (回/年), 米軍機 :  $1/20=0.05$  (回/年)

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

自衛隊機 : 295,675 (km<sup>2</sup>), 米軍機 : 372,410 (km<sup>2</sup>) (注1)

$AI$  : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としている再処理施設の標的面積 ; 0.058 (km<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

$\alpha$  : 係数 ; 0.1

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

b. 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処理施設への  
航空機落下確率

$$\begin{aligned}
 P_{SO_2} &= \left( \frac{f_{SO_1} + f_{SO_2}}{S_O} \times A_2 \right) \\
 &= \left( \frac{0.4 + 0.1}{295,675} + \frac{0.1 + 0.05}{372,410} \right) \times 0.024 \\
 &= 5.1 \times 10^{-8} \text{ (回/年)}
 \end{aligned}$$

$f_{SO_1}$  : 係数を適用する航空機による単位年当たりの訓練空域外落下  
事故率 (回/年) ;

自衛隊機 :  $8/20=0.4$  (回/年), 米軍機 :  $2/20=0.1$  (回/年)

$f_{SO_2}$  : 係数を適用しない航空機による単位年当たりの訓練空域外落  
下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 :  $2/20=0.1$  (回/年), 米軍機 :  $1/20=0.05$  (回/年)

$S_O$  : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (k  
m<sup>2</sup>) ;

自衛隊機 : 295,675 (k m<sup>2</sup>), 米軍機 : 372,410 (k m<sup>2</sup>) (注1)

$A_2$  : 建物全体を外壁及び屋根により保護する設計としていない再処  
理施設の標的面積 ; 0.024 (k m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

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



- c. 自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率  
上記 a. 及び b. の合計値を以下に示す。

$$\begin{aligned} P_{sox} &= P_{so_1} + P_{so_2} \\ &= 8.7 \times 10^{-8} \text{ (回/年)} \end{aligned}$$

- (3) 再処理施設への航空機落下確率

(1) 及び (2) に示す計器飛行方式民間航空機及び自衛隊機又は米軍機の再処理施設への航空機落下確率の総和は、 $8.8 \times 10^{-8}$  (回/年) となる。